

**Nacionalinės mokslo programos
„Ateities energetika“
2013 metų ataskaita**

Programą parengė vykdymo grupė:
Artūras Žukauskas (vadovas)
Grupės nariai:
Juozas Augutis
Gediminas Račiukaitis
Sigitas Tamulevičius
Sigitas Rimkevičius

DUOMENYS APIE 2013 METAIS VYKDYTUS PROJEKTUS

Kvietimo Nr.	Konkurse dalyvavusių projektų skaičius	Projektų skaičius			Projektams skirta lėšų, Lt
		Vykdytų	Baigtų	Tęsiamų	
III	23	11	0	11	2 935 200

2013 METŲ ATASKAITOS SANTRAUKA

Nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ (toliau – Programa), patvirtintos Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2010 m. birželio 19 d. įsakymu Nr. V-950, tikslas yra išspręsti aktualiausias mokslines Lietuvos energetinio saugumo, energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir ateities energijos gamybos bei tiekimo technologijų tobulinimo ir optimalaus taikymo Lietuvos energetikoje problemas. Vykdamas Programą sprendžiami du uždaviniai: 1) Lietuvos energetinio saugumo bei plėtros modelių kūrimas ir tyrimas, 2) ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas. Sprendžiant Programos uždavinius, numatoma įgyvendinti šias priemones: Lietuvos energetinio saugumo analizės modelio sukūrimas ir tyrimas, Lietuvos energijos gamybos ir tiekimo sistemų patikimumo ir rizikos įvertinimas, ateities technologijų optimalaus integravimo į Lietuvos energetikos sektorių ir Lietuvos sumaniųjų energetinių tinklų modelių kūrimas ir sprendinių analizė, ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas, energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas, šilumos ir šviesos vartojimo pastatuose efektyvumą didinančių sistemų kūrimas ir optimizavimas. Programa įgyvendinama 2010–2014 metais.

Nuo programos įgyvendinimo pradžios buvo užbaigti 11 projektų, kurių sąmatinė vertė 7 909 600 Lt. 2013 metais buvo vykdoma kiti 11 projektų, kurių sąmatinė vertė 9 289 100 Lt, iš šios sumos 2 935 200 Lt skirta 2013 m. Šie projektai pradėti finansuoti 2012 m., atrinkus juos iš 23 paraiškų. Projektų tematika apima beveik visas Programos įgyvendinimo priemones. Visų 11 projektų ataskaitos buvo pateiktos laiku, ekspertų įvertintos teigiamai ir sulaukė rekomendacijų tęsti projektus.

Vykdytų projektų moksliniai rezultatai iš esmės atitiko planuotuosius. Ataskaitoje pateikiami tiek sėkmingo projektų vykdymo pavyzdžiai, tiek programos vykdymo eigos apibendrinimai. Tęstiniai projektai, o taip pat tie projektai, kuriems vykdyti reikalingas kompetencijas vykdytojais buvo pagerinę ankstesniuose Programos projektuose, buvo vykdomi iš esmės laikantis darbo plano ir sulaukė mažai ekspertų priekaištų arba net buvo pažymėti kaip labai sėkmingi. Tačiau būtina pažymėti, kad daugumos šių sėkmingų projektų pobūdis yra arba nesusijęs su eksperimentine veikla, arba susijęs su globalinių uždavinių, tokių kaip naujų medžiagų perspektyvioms energetikos sritims paieška. Tuo tarpu kiek sunkiau sekėsi vykdyti daugumą naujai inicijuotų projektų, susijusių su praktinių technologijų, kurios galėtų būti perduotos Lietuvos pramonei, plėtra. Šiuo atveju ekspertai konstatuodavo arba bendrą atsilikimą nuo darbų vykdymo plano, arba žemesnę nei žadėta publikacijų kokybę, arba teigiamų rezultatų ir, atitinkamai, publikacijų stoką. Viena grupė šių problemų priežasčių yra susijusi su pernelyg trumpa technologijų mokslų srities projektų vykdymo trukmė, kompetencijų, įgytų anksčiau vykdytuose projektuose stoka, o kai kuriais atvejais – ir projektų vykdytojų žema bendroji kompetencija. Kita vertus, Programos projektų sėkmingumo vertinimo kriterijai akivaizdžiai

pasizymi technologijos mokslų sričiai būdingų vertinimo rodiklių stoka; todėl siūloma juos tobulinti.

Programos vykdymo grupė pasiūlė supaprastinti galutinės ataskaitos rengimą, apsiribojant projektų rezultatų suvestinėmis ir pristatymu plačiajai visuomenei. Programos tęstinumui užtikrinti LMT kviečiama užimti aktyvią poziciją, rengiant Sumanios specializacijos strategiją naujam Europos Sąjungos finansinio programavimo etapui (2014–2020 m.), ypač tokiose prioritetų kryptyse kaip „Energetika ir tvari aplinka“ bei „Nauji gamybos procesai, medžiagos ir technologijos“.

ABSTRACT OF THE ANNUAL REPORT FOR THE YEAR 2013

The National Research Program “Future Energy” is aimed at solving the most important scientific problems of the Lithuania’s energy security, increase of energy efficiency, and improvement of the future energy generation and supply technologies and their optimal integration into the energy sector of Lithuania. The Program has two major tasks as follows: i) the creation and study of models for energy security and for the development of the energy sector in Lithuania and ii) the development of the scientific basis for future energy production, supply, and energy efficiency. The tasks of the Program are being pursued by implementing the measures as follows: the creation and study of a model for the analysis of Lithuania’s energy security; the assessment of the reliability and risks of the energy production and supply systems in Lithuania; the creation of models for the optimal integration of future technologies into the Lithuania’s energy sector, the formulation of models for smart grids in Lithuania, and analysis of the solutions obtained by implementing these models; the development of the materials and technologies for future energy production in Lithuania; the development of materials and technologies for energy saving, storing, and conversion; the development and optimization of systems for improving the thermal and lighting performance in buildings. The Program is being implemented over the period of 2010-2014.

Since the beginning of the Program implementation, 11 projects amounting to a total of 7 909 600 Lt have been accomplished. In 2013, other 11 projects amounting to a total of 9 289 100 Lt were pursued with the funds allocated for 2013 amounting to a total of 2 935 200 Lt. The funding of these projects was started to provide in 2012 after their selection out of 23 proposals. The topics of the projects cover almost all measures of the Program implementation. All 11 project reports have been submitted timely, approved by experts, and received recommendations for pursuing the projects.

The scientific results of the projects were in line with the planned ones. The report contains both the examples of the successful implementation of the Program and the generalization of the course of the Program execution. Successive projects, as well those where the executors had improved the required competence through the pursuing of the previous projects of the Program, were being pursued substantially in accordance with the statement of work, received few remarks from the experts and even were stated as very successful. It is to be noted that most of these successful projects are not related to experimental work or are related to global problems, such as a search for new prospective materials for the sphere of energetics. Meanwhile, most of the newly initiated projects, which are related to practical technologies that could be transferred to Lithuanian industry, encountered some difficulties. In the latter case, the experts stated either a general lag from the timeline, or a lower than promised quality of publications, or a lack of positive results and, consequentially, publications. One group of the reasons of these problems is related to too short terms of the projects on engineering science, to the lack of competences acquired in the previous projects, and, in some cases, to the insufficient general competence of the project executors. On the other hand, the criteria for the assessment of the success of the project implementation are obviously lacking indicators typical of engineering sciences; therefore these indicators are suggested to improve.

The Program Executive Group suggested simplifying the preparation of the final report by confining to the summaries of the projects' results and to the presentations for the general public. In order to secure the succession of the Program, the Lithuanian Research Council is invited to take an active position in the preparation of the Smart Specialization strategy for the new Multiannual Financial Framework of the European Union (2014-2020), in particular in such priority directions as "Energetics and Sustainable Environment" and "New Manufacturing Processes, Materials and Technologies."

TURINYS

1. Įvadas.....	7
2. Dėstomoji ataskaitos dalis	11
2.1. Pirmojo uždavinio „Lietuvos energetinio saugumo bei plėtros modelių kūrimas ir tyrimas“ rezultatų analizė	11
2.2. Antrojo uždavinio „Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas“ rezultatų analizė	15
3. Išvados ir rekomendacijos	29
3.1. Dalykinio pobūdžio rekomendacijos	29
3.2. Bendrojo pobūdžio rekomendacijos	31
PRIEDAI	32
1 priedas. Nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ trečiojo kvietimų projektų, vykdytų 2013 metais, sąrašas	32
2 priedas. Programos mokslinių tyrimų rezultatai 2013 metais	33

1. ĮVADAS

Nacionalinė mokslo programa „Ateities energetika“ (toliau vadinama – Programa) buvo patvirtinta Lietuvos Respublikos Švietimo ir mokslo ministro 2010 m. birželio 19 d. įsakymu Nr. V-950. Programos poreikį nulėmė tai, kad Lietuvoje iki tol nebuvo kompleksškai nagrinėjamos Lietuvos energetikos plėtros bei energetinio saugumo mokslinės problemos, kartu vertinant tradicines ir ateities energetikos technologijas, jų darnaus panaudojimo privalumus ir grėsmes. Programos paskirtis yra spręsti mokslines problemas ir klausimus, susijusius su Lietuvos energetinio saugumo užtikrinimu, augančiu poreikiu taupyti energiją, integruvimu į Europos Sąjungos energetikos sistemas ir pasirengimu dalyvauti laisvosiose energijos rinkose, griežtėjančiais aplinkos apsaugos reikalavimais, naujų energetikos technologijų atsiradimu bei didėjančiais reikalavimais energijos tiekimo kokybei.

Programos tikslas yra išspręsti aktualiausias mokslines Lietuvos energetinio saugumo, energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir ateities energijos gamybos bei tiekimo technologijų tobulinimo ir optimalaus taikymo Lietuvos energetikoje problemas. Vykdamą Programą buvo numatyta spręsti šiuos du uždavinius:

1. Lietuvos energetinio saugumo bei plėtros modelių kūrimas ir tyrimas;
2. Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas.

Sprendžiant pirmąjį Programos uždavinį, numatyta įgyvendinti šias priemones ir išnagrinėti šias tyrimų temas:

1.1. Lietuvos energetinio saugumo analizės modelio sukūrimas ir tyrimas:

1.1.1. Energetinio saugumo analizės ir integruoto energetinio saugumo lygio vertinimo metodologijų sukūrimas, Lietuvos energetikos sistemos technologinių, ekonominių bei sociopolitinių grėsmių tikimybinio modelio sukūrimas ir tyrimas;

1.1.2. Energetikos sistemų pasipriešinimo grėsmėms ir įvairių trikdžių vystymosi scenarijų energetikos sistemose modelio sukūrimas, Lietuvos energetikos sistemų tiekimo sutrikimų techninių, ekonominių ir sociopolitinių pasekmių vertinimas, integruoto energetinio saugumo lygio priimtimumo kriterijų nustatymas ir energetinio saugumo lygio užtikrinimo priemonių optimizavimas įvertinant ir jų kaštus.

1.2. Lietuvos energijos gamybos ir tiekimo sistemų patikimumo ir rizikos įvertinimas:

1.2.1. Energetikos sistemų, tinklų bei svarbios energetikos infrastruktūros patikimumo ir rizikos vertinimo metodikų ir patikimumo bei rizikos modelių sukūrimas;

1.2.2. Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos įvertinimas atsižvelgiant į Lietuvos energetinio saugumo ir įtakos Lietuvos energetiniam saugumui įvertinimas;

1.3. Ateities technologijų optimalaus integravimo į Lietuvos energetikos sektorių ir Lietuvos sumaniųjų energetinių tinklų modelių kūrimas ir sprendinių analizė:

1.3.1. Ateities energetikos technologijų optimaliam integravimui į energetikos sektorių reikšmingų veiksnių (technologinių, ekonominių, teisinių, aplinkosaugos ir kt.) identifikavimas ir technologijų integravimo metodologijos sukūrimas;

1.3.2. Ateities technologijų optimalus integravimas į energetikos sektorių ir sumaniųjų tinklų koncepcijos, optimizuojančios efektyvų atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą, sukūrimas.

Sprendžiant antrąjį Programos uždavinį, numatyta įgyvendinti šias priemones ir išnagrinėti šias tyrimų temas:

2.1. Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas:

2.1.1. Naujų kristalinių, polikristalinių plonasluoksnių, hibridinių ir organinių medžiagų fotovoltiniams elementams paieška ir apibūdinimas bei jų struktūros ir sandaros parinkimas, siekiant optimizuoti tokių naujų fotovoltinių elementų konversijos efektyvumą ir ilgaamžiškumą;

2.1.2. Vandenilio gavybos, saugojimo ir kuro elementuose naudojamų medžiagų tyrimai, siekiant pasiūlyti naujas funkcines medžiagas, heterostruktūras bei technologinius sprendimus, perspektyvius efektyvesnių vandenilio energetikos technologinių komponentų gaminimui.

2.2. Energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas:

2.2.1. Degimo ir plazminių procesų tyrimas, optimizavimas bei realizavimas kuro, atliekų ir biomasės deginimo, dujų fiksavimo bei konversijos sistemose siekiant mažinti įvairių rūšių teršalų emisiją;

2.2.2. Energetiškai efektyvių medžiagų šiluminių, eksploatacinių, ir mechaninių savybių tyrimai bei prognozavimas, šilumos nuostolių mažinimo pastatuose ir jų papildomo apšiltinimo, konvekcinių reiškinių termoizoliacinėse medžiagose, klimato veiksnių įtakos atitvarų paviršinių sluoksnių būklei tyrimai.

2.3. Šilumos ir šviesos vartojimo pastatuose efektyvumą didinančių sistemų kūrimas ir optimizavimas:

2.3.1. Į naujai atsiveriančias apšvietimo rinkos nišas orientuoti inovatyvūs sprendiniai, paremti šviestukinių šviesos šaltinių fizikos supratimu;

2.3.2. Energijos sąnaudų pastatuose mažinimas, ypatingą dėmesį skiriant sisteminiam požiūriui į energijos vartojimo įrangos ir sistemų (šildymo, vėdinimo, vėsinimo, apšvietimo) inovatyvius sprendinius ir matematinių modelių, aprašančių ir leidžiančių optimizuoti tokių pastato sistemų efektyvumą termodinaminių ir ekologinių kriterijų pagrindu, kūrimui.

Programa įgyvendinama 2010–2014 metais, finansuojant iš Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto asignavimų, skirtų Lietuvos mokslo tarybai. Programos įgyvendinimui numatytas lėšų poreikis buvo 20 mln. litų.

Remiantis Programos pirmojo uždavinio sprendimo rezultatais numatoma sukurti energetinio saugumo analizės ir vertinimo teorinius principus bei saugumo lygio kriterijus, sudaryti energetinio saugumo vertinimo metodiką, įvertinti energijos tiekimo trumpalaikių ir ilgalaikių trikdžių ir avarių pasekmės. Numatoma sukurti Lietuvos sumaniųjų tinklų koncepciją. Remiantis šiais rezultatais numatoma sukurti du – Lietuvos energetinio saugumo ir ateities energetikos technologijų optimalaus integravimo į Lietuvos energetinę sistemą – modeliavimo programinius paketus, kuriais galės naudotis Energetikos ministerija ir energetikos įmonės. Numatyta, kad fundamentiniai ir taikomieji šių tyrimų rezultatai bus publikuojami moksliniuose straipsniuose, pristatomi tarptautinėse konferencijose, apibendrinti mokslinėje monografijoje.

Sprendžiant antrąjį uždavinį numatyta sukurti naujos ir patobulintos esamos energijos gamybos, kaupimo ir efektyvaus vartojimo technologijas ir sistemas. Numatyta, kad bus parengtos mokslinės prielaidos energijos vartojimo efektyvumui didinti ir priklausomumui nuo importuojamų iškastinių energijos išteklių mažinti.

Laukiama, kad Programos rezultatai taps moksliniu pagrindu, kuriant Lietuvos energetinio saugumo strategiją, kuriant Lietuvoje NATO energetinio saugumo centrą, sudarant ilgalaikę Lietuvos tausaus ir efektyvaus energijos vartojimo programą, kuriant Lietuvos ateities energetikos, sumaniųjų tinklų ir sumaniųjų miestų koncepcijas. Programa turėtų sutelkti Lietuvos mokslininkų pajėgas energetikos problemoms spręsti, atverti galimybes fundamentinių ir taikomųjų mokslų specialistams sinergiškai integruotis. Programos įgyvendinimas turėtų tapti dideliu stimulu Lietuvos ir užsienio mokslininkams bendradarbiauti 7 ir 8 Bendrųjų programų, Horizon2020, kitų programų ir asociacijų energetikos srities veiklose. Buvo numatyta, kad Programa paskatins tolesnius inovatyvius kompleksinius mokslinius energetinio saugumo, energijos vartojimo efektyvumo, ateities energetikos technologijų tobulinimo ir panaudojimo tyrimus.

Programos rezultatais gali naudotis mokslo ir studijų institucijos, ministerijos, agentūros, savivaldybės, įmonės ir kiti mokslo pasiekimais suinteresuoti šalies subjektai. Tikimasi rezultatų pritaikymo Lietuvos pramonėje.

Numatyta, kad, vertinant Programos ir jos projektų įgyvendinimo sėkmingumą, reikėtų vadovautis šiais pagrindiniais vertinimo kriterijais:

1. Straipsniai žurnaluose, įtrauktuose į Mokslinės informacijos instituto sąrašą *ISI Web of Science* ir turinčiuose cituojamumo rodiklį. Vertinant publikacijas turi būti atsižvelgiama ne tik į straipsnių skaičių, bet ir į žurnalo tarptautinį prestižą;

2. Išleistų monografijų Programos tematika skaičius ir tarptautinis matomumas;

3. Programoje dalyvaujančių doktorantų ir magistrantų skaičius;

4. Pateiktų patentinių paraiškų skaičius;

5. Sukurtų technologijų skaičius;

6. Atliktų mokslinių taikomųjų darbų vartotojų (ministerijų, įstaigų, žinybų) įvertinimai;

7. Mokslo, verslo ir kitų institucijų užsakymų perduoti žinias, atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus, studijas, ekspertizes ir kitus darbus, pagrįstus Programoje gautais rezultatais, skaičius ir užsakymų finansavimo apimtys;

8. Skaičius atžalinių įmonių, susikūrusių Programos įgyvendinimo metu gautiems rezultatams diegti.

2010 metais buvo pradėti vykdyti iš 27 paraiškų atrinkti 10 Programos pirmojo kvietimo projektų, kurių sąmatinė vertė buvo 7 308 600 Lt. Šiuose projektuose 2010 m. pasiekti rezultatai buvo apibendrinti 2010 metų Programos ataskaitoje, kurią parengė Programos vykdymo grupė. Visi šie 10 projektų buvo užbaigti 2011 m. 2011 metais pradėtas vykdyti vienintelis iš septynių pareiktų antrojo kvietimo projektas, kuriam tais metais skirta 246 000 Lt. 2012 metų pradžioje Programos vykdymo grupės parengtoje ataskaitoje buvo apibendrinti Programos moksliniai pasiekimai ir organizacinė patirtis per pirmuosius dvejus Programos vykdymo metus.

2011 metų pabaigoje buvo paskelbtas trečiasis programos kvietimas, kuriam buvo pateiktos 23 paraiškos. Iš jų 2012 m. buvo pradėti finansuoti 11 projektų. Šių projektų kartu su vienu tęsiamu antrojo kvietimo projektu, kuris buvo užbaigtas vykdyti 2012 m., įgyvendinimui 2012 m. skirta 4 135 500 Lt. 2013 m. pradžioje nauja Programos Vykdytojų grupė parengė ataskaitą, kurioje buvo apibendrinti visų 2012 m. vykdytų 12 projektų rezultatai.

Šioje ataskaitoje apibendrinami 2013 m. vykdytų 11 trečiojo Programos kvietimo projektų moksliniai pasiekimai. Šių projektų įgyvendinimui 2013 m. skirta 2 935 200 Lt. Ataskaitą

parengė Programos Vykdyto grupė tuo tikslu sudaryta LMT pirmininko 2014 m. sausio 14 d. įsakymu Nr. V-11 iš trečiojo kvietimo vykdomų projektų vadovų. Grupę sudaro prof. Juozas Augutis (VDU), dr. Gediminas Račiukaitis (VMTI FTMC), dr. Sigitas Rimkevičius (LEI), prof. Sigitas Tamulevičius (KTU) ir prof. Artūras Žukauskas (VU; grupės vadovas).

2. DĖSTOMOJI ATASKAITOS DALIS

2013 metais iš 11 pagal nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ vykdytų projektų du projektai buvo vykdyti pagal pirmąjį Programos uždavinį. Likę devyni projektai buvo vykdomi pagal antrąjį uždavinį. Visų projektų ataskaitos buvo pateiktos laiku. Visi projektai pradėti vykdyti 2012 metais, po trečiojo Programos kvietimo. Vertinant ataskaitas, Ekspertų grupė paprašė devynių projektų vadovų pateikti paaiškinimus ar papildomą medžiagą. Po vykdytojų pateiktų patikslinimų visos 11 ataskaitų buvo įvertintos teigiamai, nors ir su tam tikromis pastabomis. Žemiau pateikiama projektų rezultatų analizė. 2.1 skirsnyje analizuojamos projektų, vykdytų pagal pirmąjį Programos uždavinį, ataskaitos, o 2.2 skirsnyje – pagal antrąjį.

2.1. Pirmojo uždavinio „Lietuvos energetinio saugumo bei plėtros modelių kūrimas ir tyrimas“ rezultatų analizė

Pagal nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ pirmąjį uždavinį „Lietuvos energetinio saugumo bei plėtros modelių kūrimas ir tyrimas“ buvo vykdomi du projektai: „Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas“ (LEI, vadovas dr. Sigita Rimkevičius) ir „Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas“ (VDU, vadovas habil. dr. Juozas Augutis). Abu projektai buvo pradėti vykdyti 2012 m. gegužės mėnesį.

Pirmojo uždavinio projektų tematika atitiko dvi iš trijų pirmojo uždavinio priemonių (projektas, vykdytas pagal trečią priemonę buvo baigtas 2012 m.). Abu vykdyti projektai yra tęstiniai, o naujų idėjų energetinio saugumo tyrimų srityje stokojama. Šie du pirmojo uždavinio projektai yra susiję, jų rezultatai sudaro prielaidas energetikos strategijoms, pagrįstoms energetinio saugumo, ekonominio efektyvumo ir ateities energetikos technologijų panaudojimo optimizavimu, rengti. Jie pratęsia pirmajame NMP Ateities energetika etape vykdytus projektus, kurie koncentravosi į tyrimų metodų parengimą. Kaip numatyta Programoje, šių projektų rezultatai ir sukurti modeliai sekančiame Programos vykdymo etape yra naudojami, vertinat Lietuvos energetinį saugumą skirtinguose laikotarpiuose ir esant skirtingoms energetikos plėtros strategijoms.

Pirmasis Programos pirmojo uždavinio projektas „**Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas**“ (sutarties reg. Nr. ATE-04/2012, vadovas dr. Sigita Rimkevičius, vykdančioji institucija LEI) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos pirmojo uždavinio priemonę 1.2 „Lietuvos energijos gamybos ir tiekimo sistemų patikimumo ir rizikos įvertinimas“.

Projektas yra tęstinis. Jo tikslas yra atlikti Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimą remiantis LMT finansuoto projekto ATE-10/2010 „Energetikos sistemų patikimumo ir jo įtakos energetiniam saugumui vertinimo metodika bei tyrimas“ sudaryta metodika

2013 m. buvo atliktas atskirų Lietuvos energetinės sistemos pagrindinių elementų (elektros, šilumos bei dujų perdavimo tinklų) patikimumo parametrų elektroninių duomenų bazių atnaujinimas. Tam buvo taikomi statistinei analizei bei parametrų vertinimui ir atnaujinimui skirti Bajesiniai vertinimo metodai. Visos šios energetikos sistemos yra glaudžiai susijusios ir

priklausomos viena nuo kitos funkcionavimo. Todėl, panaudojant pažangius tikimybinis bei deterministinius metodus, buvo atliktas Lietuvos energetinių sistemų patikimumo ir rizikos įvertinimas. Toliau buvo tęsiamas energetikos sistemų techninės priežiūros ir ilgalaikio patikimumo tyrimas bei patikimumo parametrų neapibrėžtumo analizė, kuri taip pat leidžia atsižvelgti į taip vadinamą domino efektą, t. y. kaskadinius elektros tiekimo nutraukimus.

Tęsiant elektros energetikos sistemos (EES) tyrimui skirtus darbus, buvo parengti statinių ir dinaminių režimų modeliai, išplėtota ir patikrinta elektros tinklų patikimumo tikimybinio modeliavimo priemonė, sumodeliuoti galimi avariniai įvykiai, pradėtas statinių darbo režimų tyrimas bei elektros tinklo patikimumo analizė. Tikimybiniai modeliai leido nustatyti galimų pasekmių požiūriu reikšmingus EES elementus, tuo tarpu deterministiniai modeliai leido įvertinti avarinių scenarijų, įvykus reikšmingų elementų gedimams, eigą ir pasekmes.

Skaičiavimai buvo atliekami perspektyvinei 2020 metų schemai žiemos maksimumo ir vasaros maksimumo pradiniais (baziniais) režimams, kai Baltijos EES ir Kaliningrado EES dirbs sinchroniškai su kontinentinės Europos tinklu ENTSO-E. Imituojant įvairias Lietuvos 330 kV elektros perdavimo tinklo atsijungimų kombinacijas, buvo gauti poavariniai režimai, kurių pasekmių vertinimui buvo tikrinamas tinklų apkrautumas tuose režimuose. Patikrinus statinių normalių Lietuvos EES darbo režimų leistinumą, atlikta silpnų tinklo vietų paieška poavariniuose N-1 (vieno sistemos elemento gedimas) ir N-2 (dviejų sistemos elementų gedimai) tipo režimuose. Atlikus tyrimą bazinėms žiemos ir vasaros maksimumų schemoms nustatyta, kad visi N-1 poavariniai režimai visais atvejais nesiekė kritinės reikšmės. Lietuvos EES nerastas nei vienas režimas, kuriame persikrauna 110 kV linijos. Tačiau ir žiemos, ir vasaros maksimumo poavariniuose N-2 režimuose rasta po 20 atvejų, kai buvo viršijamas leistinas elektros perdavimo linijų apkrautumas.

Atlikta šilumos tiekimo sistemos patikimumą įtakojančių veiksnių bei pažeidimų priežasčių ir senėjimo procesų analizė. Sudaryta kompleksinė patikimumo vertinimo metodika buvo taikoma Kauno miesto centralizuoto šilumos tiekimo sistemai (CŠTS). Atliekant termohidraulinę analizę, buvo nagrinėjami ekstremalūs avariniai tinklo darbo režimai, siekiant nustatyti maksimalias CŠTS apkrovas. Pagal gedimų statistinių duomenų analizės rezultatus parinktam šilumos tiekimo sistemos ruožui atliktas kompleksinis patikimumo vertinimas, apimantis termohidraulinę, stipruminę bei struktūrinio vientisumo tikimybinę analizę, naudojant Kolmogorovo ir Smirnovo bei Anderson ir Darling statistinius suderinamumo testus.

Atliekant analizę buvo naudojamos eksperimentiškai nustatytos vamzdynų metalo mechaninės charakteristikos. Viena iš pagrindinių priežasčių yra bendroji korozija. CŠTS dažniausiai pažeidimai dėl korozijos atsiranda vamzdyne esančios judamos atramos vietoje. Dažniausiai susiformuoja trūkiaji magistraliniuose 900 mm skersmens ir nepraeinaime kanale (paklojimo metai 1974 – 1984) vamzdynuose. nagrinėjamos sistemos senėjimo procesas jau yra prasidėjęs. Kauno CŠTS vamzdynų senėjimo procesas prasideda nuo 30 eksploatacijos metų. Tokie vamzdynai sudaro 59,16 % Kauno CŠTS magistralinio vamzdyno.

Vertinant Lietuvos dujų tiekimo sistemos patikimumą, atlikta dujotiekių pažeidimų priežasčių ir senėjimo procesų analizė, bei dujotiekio vamzdynų metalo mechaninių charakteristikų ir irimo parametrų eksperimentinis tyrimas. Taip pat buvo tęsiami darbai, skirti dujotiekio avarių modeliavimui ir jų pasekmių tyrimui bei magistralinio dujotiekių tinklo patikimumo analizei.

Bendro Lietuvos dujotiekių vamzdynų pažeidimų dažnio didėjimo tendencijos stebimos nuo 2004 m., kai buvo pradėti registruoti incidentai su nedidelėmis dujų pralaidomis ir pradėtos taikyti šiuolaikinės neardančios kontrolės priemonės. Lietuvos dujotiekių gedimai/įvykiai skirtingais laikotarpiais buvo registruojami, naudojant skirtingus kriterijus. Pritaikius Bajesinius metodus, buvo sudarytas modelis patikimumui ilgame periode analizuoti.

Buvo tirtos vamzdžių plienų mechaninės charakteristikos ir lyginamos su reglamentuojamomis minimaliomis šių plienų charakteristikomis. Pagrindinis Lietuvos magistralinių dujotiekių vamzdynų senėjimo veiksnys – korozija. Šiuo metu vamzdynai, kurių amžius viršija 35 m., kai kuriose magistralinių atkarpų vietose, yra pasiekę eksploatacijos ribą. Nustatyta, kad avarinėje atsargoje esančių vamzdžių plienas neatitinka minimaliems K52 stiprumo klasės reikalavimams.

Vertinant dujotiekių patikimumą ir galimų avarijų riziką, kai atsižvelgiama ir į dujų sprogo pasekmes, buvo nustatyta, kad vietoje įprastai taikomo pastovaus gedimo intensyvumo reikia atsižvelgti į laike kintantį gedimų intensyvumą bei jo neapibrėžtumą. Didelio slėgio dujotiekių vamzdžio trūkio avarijos pasekmės gali kelti žymų pavojų žmonėms ir turtui netoli trūkio vietos. Pagrindinis pavojus kyla dėl galimo ištekiančių dujų užsidegimo ir liepsnos skleidžiamos šiluminės spinduliuotės.

Projekte taip pat pradėti vykdyti darbai, skirti Lietuvos energetikos sistemų rizikos tyrimui. Buvo apžvelgti rizikos vertinimo metodai ir programinės priemonės, nustatyta avarių eigų scenarijų identifikavimo svarba rizikos analizei.

Projekto vykdytojai 2013 m. pateikė devynis straipsnius į žurnalus, turinčius citavimo rodiklį (ISI WOS), du iš jų atspausdinti, vienas priimtas spaudai, atspausdinti du straipsniai konferencijų darbuose.

Ekspertai pažymi, kad tyrimai vyksta sėkmingai visomis planuotomis tyrimų kryptimis. Darbų turinys ir apimtys atitinka planuotas, o kai kuriais aspektais jas viršija. Publikacijų skaičius viršija numatytą. Lėšos naudojamos tinkamai ir pagrįstai, tačiau atskaitos pateikimo metu neįsisavinta 21 proc. lėšų. Po pataisymo pateiktos tinkamai suformuluotos išvados ir rekomendacijos.

Antrasis Programos pirmojo uždavinio projektas „**Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas**“ (sutarties reg. Nr. ATE-06/2012 vadovas prof. habil. dr. Juozas Augutis, vykdančioji institucija VDU, partneris LEI) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos pirmojo uždavinio priemonę 1.1 „Lietuvos energetinio saugumo analizės modelio sukūrimas ir tyrimas“.

Šis projektas yra tęstinis. Jo tikslas yra įvertinti Lietuvos energetinį saugumą ir atlikti jo tyrimą remiantis ankstesniame projekte ATE-08/2010 „Energetinio saugumo analizės ir integruoto saugumo lygio vertinimo metodikos sukūrimas ir tyrimas“ sukurta metodika.

Antrame projekto etape pagrindiniai akcentai buvo skirti šių uždavinių sprendimui:

- Lietuvos energetinės sistemos grėsmių aibės sudarymas, jos pilnumo ir neprieštaringumo įvertinimas;
- galimų visuomenės elgesio scenarijų tam tikros energetinės sistemos grėsmės/krizės akivaizdoje tyrimas.

2013 m. buvo sudaryta galutinė grėsmių, kylančių Lietuvos energetikos sistemai aibė. Sudarius grėsmių aibę baigtas kurti iš grėsmių kylančių trikdžių vystymosi energetikos sistemose

modelis. Modelis paremtas tiesinio programavimo metodu, skirtu energetikos sistemų optimizuotos veiklos modeliavimui. Taip pat buvo įvesta energetinio saugumo matavimo metrika. Buvo sumodeliuota keletas scenarijų, paremtų galimais Lietuvos energetikos sistemos plėtros scenarijais nusakytais Nacionalinėje energetinės nepriklausomybės strategijoje. Sociologiniu tyrimu buvo siekiama išsiaiškinti Lietuvos visuomenės požiūrį į energetikos problemas, naujų energetikos objektų statybą, sprendimus priimančių institucijų veiksmingumą ir skaidrumą ir pan. Taip pat 2013 m. sukurtas energetinės sistemos tikimybinis modelis, paremtas įvykių medžio analize. Įvertintos grėsmių realizacijos pasekmės, pvz. dujų nutraukimo, dujų kainos padidėjimo, elektros importo nutraukimo ir kt. tikimybės.

2013 m. ataskaitoje pateikiamas naujai sukurtas trikdžių, kurie gali atsirasti energetikos sistemose (EnS), modelis. Šio modelio tikslo funkcija yra EnS diskontuotų kaštų, su kuriais būtų patenkinamas energijos poreikis, minimizavimas nagrinėjamoju laikotarpiu. Norint atlikti EnS modeliavimą su trikdžių scenarijų rinkiniu, buvo sukurtas papildomas modelio blokas – trikdžių blokas, kuris įkomponuotas į originalų pradinį modelį. Išorinio trikdžio poveikis vertinamas dviem aspektais: energijos išteklių kainų padidėjimu ir energijos išteklių tiekimo apribojimu ar visišku nutraukimu. Vidinio trikdžio atveju veikiami technologijų patikimumo parametrai: įrengtosios galios ir darbo laiko išnaudojimo koeficientai. Naujų objektų įvedimas į EnS pastebimai pagerintų energetinį saugumą.

Energetinio saugumo analizėje naudojami dviejų tipų modeliai. Pirmasis tipas yra taikomas scenarijams formuluoti, kur apsauginiai barjerai saugo nuo grėsmių. Antrasis tipas yra skirtas modeliuoti energijos gamybos proceso scenarijams. Šie modeliai yra optimizaciniai. Pagrindinis optimizacijos kriterijus yra kainos minimizavimas, nors modelyje alternatyvoms gali būti skiriamas prioritetas dėl valstybinės ar privačios politikos veiksmų.

Grėsmės energetiniam saugumui būtina atskirti nuo energetinio nesaugumo keliamų grėsmių kitiems saugumo sektoriams. Pasireiškęs energetinis nesaugumas paveikia politinį, ekonominį, socialinį, karinį ir kitus saugumo sektorius. Grėsmių šaltiniai gali būti socialinio, gamtinio ar technogeninio pobūdžio. Grėsmių sukėlėjai gali būti konkretūs subjektai. Grėsmių sukėlėjai gali sukelti žalą tikslingais ar netikslingais veiksmais, taip pat sukelti grėsmes netiesioginiais tikslingais veiksmais. Visos grėsmės energetiniam saugumui yra potencialios.

Sudarytas grėsmių realizavimosi į trikdžius tikimybinis modelis, kuris leidžia įvertinti trikdžių susiformavimo tikimybes, sumodeliuoti trikdžius su nustatytomis tikimybinėmis charakteristikomis. Lietuvos EnS energetinio saugumo tyrimas parodė, kad pagrindiniai trikdžiai yra dėl elektros energijos ir gamtinių dujų importo sumažėjimo ir jų kainų padidėjimo grėsmių. Barjerai grėsmėms pasireikšti sukuriami techninėmis, finansinėmis priemonėmis, o neutralizavimui sukurtos valstybės institucijos, atsakingus padalinius turi energetikos kompanijos.

Lietuvai identifikuojamos energetinio saugumo sąlygos yra artimos kitų valstybių vartotojų sąlygoms:

- galimybė užtikrinti pageidaujama energijos išteklių tiekimą būtina apimtimi;
- priimtina išteklių ir energijos kaina, atsižvelgiant į valstybės, ūkio subjektų, gyventojų ekonomines galimybes;
- sąlygos nepažeidžiančios nacionalinių interesų;

- sklandus įmonių ir įrenginių, skirtų įvairių energijos išteklių gavybai, gamybai, transformavimui, perdavimui, skirstymui ir vartojimui, funkcionavimas.

Galimų visuomenės elgesio scenarijų modeliavimui esant, tam tikroms EnS grėsmėms išsiaiškinti buvo atliktas visuomenės nuomonės tyrimas. Tyrimo metu buvo apklausti 2002 respondentai – Lietuvos gyventojai, gyvenantys miestuose ir kaimuose. Lietuvos gyventojai didžiausią atsakomybę dėl Lietuvos EnS problemų perkelia Vyriausybei (83,7%) ir Seimui (79,6%), bet tuo pačiu, lyginant su energetikais, mokslininkais, ekonomistais ar net EnS priežiūros darbuotojais, blogiausiai vertina politikų ir valdininkų galimybes efektyviai ir kompetentingai išspręsti iškilusias energetikos ūkio problemas – blogai ir labai blogai vertina politikų (47,1%) ir valdininkų (47,9%) galimybes išspręsti minėtas problemas. Lyginant su kitomis atsakingomis už energetiką grupėmis, taip pat ypač blogai vertinamas politikų (58,1%) ir valdininkų (58,3%) skaidrumas. Tyrimas parodė, jog skaudžiausiai apklaustuosius veikia elektros tiekimo sutrikimas – 86,3% ir elektros kainos brangimas 91,2%. Centralizuoto šilumos tiekimo atvejis yra taip pat skausmingas, nes absoliuti dauguma (74%) visuomenės yra visiškai nuo jo priklausomi. Tačiau, didžiausią problemą šiuo atveju asocijuoja su paslaugos kainos brangimu. Visuomenės nesaugumo būseną gali pablogėti, jei abejojama rizikos aspektus kontroliuojančių asmenų ar institucijų veikla. Tyrimas parodė, jog tik 15% procentų apklaustųjų yra linkę į agresyvesnes elgesio formas.

Darbo rezultatai buvo panaudoti teikiant rekomendacijas dėl energetinio saugumo užtikrinimo tobulinant Lietuvos energetinės nepriklausomybės strategiją.

Šios metodikos rezultatų pagrindu buvo išleistas bei pristatytas visuomenei, Lietuvos pirmininkavimo ES renginiuose atskiras leidinys apie energetinio saugumo lygį Lietuvoje 2007-2011 m.

Projekto vykdymo metu 2013 m. parengti trys straipsniai į ISI WOS bazės leidinius (vienas iš jų išspausdintas, o kitas – priimtas spausdinimui), trys straipsniai kituose leidiniuose ir du pranešimai konferencijoje.

Ekspertų grupės išvadoje pažymima, kad gauti rezultatai atitinka projekto vykdymo planą, mokslinė produkcija vertinga. Lėšos naudojamos tinkamai ir pagrįstai, tačiau ataskaitos pateikimo metu neįsisavinta 25 proc. lėšų. Išvados vertingos, rekomendacijų nepateikta, tačiau anot vykdytojų jos buvo teiktos tobulinant Lietuvos energetinės nepriklausomybės strategiją.

2.2. Antrojo uždavinio „Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas“ rezultatų analizė

Pagal nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ antrąjį uždavinį „Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas“ buvo vykdomi devyni projektai: „Mezopiniai kietakūniai šviesos šaltiniai“ (vadovas habil. dr. Artūras Žukauskas, VU), „Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas“ (vadovas dr. Vitas Valinčius, LEI), „Pastato ir atsinaujinančios energijos vartojimo tvarumo modelis“ (vadovas habil. dr. Vytautas Martinaitis, VGTU), „Biomosės deginimo taršos kontrolė: nuo teršalų susidarymo iki žmonių ekspozicijos“ (vadovas dr. Dainius Matuzevičius, KTU), „Energiją tausojančių medžiagų kūrimas, tyrimai ir taikymas pastatų atitvarose“ (vadovas dr. Sigitas Vėjelis, VGTU), „Naujos nanostruktūrizuotos medžiagos

kuro elementams“ (vadovė dr. Loreta Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė, VMTI FTMC), „Membraninių struktūrų technologijos kietųjų elektrolitų kuro mikroelementams“ (habil. dr. Sigitas Tamulevičius, KTU), „Organinių atliekų konversija vandens garo plazmoje mažinant aplinkos taršą“ (vadovė dr. Viktorija Grigaitienė, LEI ir „Lazerinis Saulės elementų paviršių struktūrinimas jų fotoelektriniam efektyvumui padidinti“ (vadovas dr. Gediminas Račiukaitis, VMTI FTMC). Visi projektai buvo pradėti vykdyti 2012 m. gegužės–liepos mėnesiais, todėl buvo pateiktos tik metinės ataskaitos.

Antrojo uždavinio projektų tematika atspindi platų sprendžiamų uždavinių spektrą – penki projektai atitinka antrojo uždavinio 2.1 priemonę „Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas“, keturi projektai – 2.2 priemonę „Energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas“, o du projektai – 2.3 priemonę „Šilumos ir šviesos vartojimo pastatuose efektyvumą didinančių sistemų kūrimas ir optimizavimas“ (du projektai vienu metu atitinka po dvi priemones). Tačiau, kaip ir pirmojo kvietimo projektų atveju, jaučiamas didesnis mokslininkų aktyvumas ateities medžiagų ir technologijų kūrimo srityje, o mažesnis – energijos vartojimo pastatuose efektyvumo didinimo srityje.

Pirmasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Mezopiniai kietakūniai šviesos šaltiniai**“ (sutarties reg. Nr. ATE-01/2012 vadovas habil. dr. Artūras Žukauskas, vykdančioji institucija VU) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonės 2.2 „Energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas“ ir 2.3 „Šilumos ir šviesos vartojimo pastatuose efektyvumą didinančių sistemų kūrimas ir optimizavimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 m. gegužės mėn.

Būtina pažymėti, kad dalis šiam projektui vykdyti reikalingų kompetencijų buvo įgyta vykdant Programos pirmojo kvietimo projektą ATE-08/2010 „Energiją tausojantis ir psichofiziškai tinkamas kietakūnis apšvietimas gatvėms“, tačiau iki tol mokslinių tyrimų projektų, skirtų lauko apšvietimui, Lietuvoje praktiškai nebuvo vykdoma.

Dabartinis projektas skirtas kietakūnių baltos šviesos šaltinių optimizavimui mezopinio akies jautrio atžvilgiu ir tokių šaltinių kūrimui. 2013 m. projekto tikslams pasiekti buvo sprendžiami šie uždaviniai:

- „Liepsnos šviesos“ kietakūnio šviesos šaltinio, skirto lauko apšvietimui, vizualiųjų charakteristikų (reakcijos trukmės, kontrasto aptikimo slenkstis, spalvų diskriminavimas) tyrimas mezopinėmis sąlygomis;

- „Liepsnos šviesos“ šviestukų telkinio spalvų atgavos įvertinimas ir spalvų diskriminavimo rezultatų analizė;

- Konversijos fosfore šviestukų, skirtų fotobiologiškai draugiškam lauko apšvietimui, konstravimas;

- Išmanaus kietakūnio šviesos šaltinio su derinamu cirkadiniu poveikiu koncepcijos bei programinės;

- InGaN darinių ir aparatinės platformų kūrimas; spinduliuojančių šviesą su mezopiniams šviesos šaltiniams reikalingu bangos ilgiu, auginimo optimizavimas ir InGaN elektroluominescencinių lustų kūrimas.

Pagrindinius rezultatus trumpai galima apibūdinti šitaip. Iširtos labai žemos susietosios spalvinės temperatūros (1700-2500 K; „liepsnos šviesos“) kietakūnių šaltinių, kurie gali būti

naudojami daugelyje lauko apšvietimo sričių, reikalaujančių fotobiologinio saugumo, regimojo komforto ir apšvietimo dizaino įvairovės, savybės. Parodyta, kad palyginus su aukšto slėgio natrio lempa dvispalvio (mėlynai oranžinio) „liepsnos šviesos“ telkinio šviesa mezopinėmis sąlygomis užtikrina panašią reakcijos į nukrypusią nuo regos ašies veikmę trukmę ir achromatinių skaisčio kontrastų aptikimo slenkstį, tačiau pasižymi geresnėmis spalvų diskriminavimo charakteristikomis. Parodyta, kad mezopinėse sąlygose „liepsnos šviesos“ šviestukų telkinio bendrojo spalvų rodiklio ir statistinio spalvų tikslumo rodiklio ekvivalentai prilygsta įprastų šviestukų atitinkamiems rodikliams fotopinėse sąlygose. Palyginti eksperimentiniai ir apskaičiuotieji Franswortho ir Munsello 100 spalvų tonų testo klaidų skaičiai apšviečiant bandinius „liepsnos šviesos“ šviestukų telkiniu ir HPS lempa. Pasiūlyti dvispalviai konversijos fosfore „liepsnos šviesos“ šviestukai su žemu cirkadiniu poveikiu, skirti fotobiologiškai saugiam lauko apšvietimui, ir įvertintos tokių šviestukų fotometrines, fotobiologines ir kolorimetrines savybės. Sukurta išmanaus keturspalvio kietakūnio šviesos šaltinio su derinamu cirkadiniu poveikiu koncepcija bei jo sukūrimui reikalingos programinės ir aparatinės platformos, kurios leistų nuotoliniu būdu keisti generuojamos spinduliuotės fotometrinius ir fotobiologinius parametrus. Vykdytas tolesnis InGaN/GaN darinių, skirtų mezopiniams šviestukams, auginimo MOCVD metodu optimizavimas. Įsisavintos InGaN puslaidininkinių plokštelių apdorojimo technologijos ir sukurtas elektroluminescencinis InGaN lustas.

Darbo rezultatai taip pat buvo pristatyti tarptautinėse konferencijose Vokietijoje ir Didžiojoje Britanijoje, su darbo rezultatais Lietuvos tyrėjai supažindinti Lietuvos nacionalinėje fizikos konferencijoje, taip pat šios problemos aptartos mokslo populiarinimo TV laidoje „Mokslo ekspresas“. Parengtos keturios mokslinės publikacijos (iš jų vienas straipsnis priimtas spaudai žurnale su cituojamumo rodikliu), septynių konferencijų pranešimai ir pateikta viena paraiška Lietuvos patentų biurui.

Ataskaitos recenzentai šį darbą įvertino puikiai, neturėjo jokių pastabų. Projekto išlaidos atliekamos, atsižvelgiant į sąmatą; sutaupyti ~3100 Lt komandiruočių išlaidų bus gražinti LMT. Reikia pažymėti, kad atliekamas darbas tikrai svarbus tiek mokslui, tiek ir energijos taupymo klausimų sprendimui. Ypač tai svarbu Lietuvai, kur apšvietimui sunaudojama beveik ketvirtadalis visos elektros energijos. Taupymas šioje srityje yra labai efektyvus ir galima tikėtis, kad projekto rezultatai bus panaudoti pertvarkant apšvietimo sistemas Lietuvoje.

Antrasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas**“ (sutarties reg. Nr. ATE-02/2012 vadovas dr. Vitas Valinčius, vykdančioji institucija LEI) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonės 2.1 „Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas“ ir 2.2 „Energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų gegužės mėn.

Pagrindinis projekto tikslas – biomasės ir rūšiuotų atliekų dujinimo, pirolizės bei plazminių procesų tyrimai, siekiant efektyviai ir ekologiškai gaminti šilumą bei elektros energiją mažos ir vidutinės galios energetiniuose įrenginiuose. Tai apima dujinimo arba sintetinių dujų gamybos, jų valymo bei deginimo technologijų kūrimą, biokuro deginimo produktų valymo metodų pritaikymą, plazminėmis technologijomis formuojamų metalų oksidų katalizatorių panaudojimą

energetikoje, sintetinių dujų naudojimo šilumos, šaldymo ir elektros gamybos įrenginiuose bei kenksmingų teršalų, susidarančių šiuose įrenginiuose mažinimo tyrimus.

2013 m. projekto darbų etape buvo rekonstruotas ir optimizuotas biomasės dujinimo reaktorius, suderintas biomasės dujinimo reaktorius optimaliai dujų sudėčiai su maksimaliu dujų kaloringumu, minimaliam likutinės anglies kiekiui, atlikti beliepsnio deginimo eksperimentiniai tyrimai ir apibendrinti gauti rezultatai, nustatytos sąlygos tolimesniems tyrimams su realiomis dujomis. 2013 m. taip pat atlikti skaitinio beliepsnio degimo modeliavimo darbai bei paruoštas naujo degiklio projektas.

Vykdamas pirmąjį projekto uždavinį buvo atlikti biomasės ir organinių dujinimo proceso optimizavimo kaloringų dujų gamybai bei jų deginimo beliepsnio tipo degikliais tyrimai. Panaudojant 2012 m suprojektuotą ir pagamintą dujinimo reaktorių, 2013 m. buvo vykdomi eksperimentiniai bandymai su medienos skiedromis bei medžio granulėmis pagamintos iš spygliuočių medžių medienos, pagrinde iš eglės ir pušies, nustatant pagrindinius proceso parametrus bei optimizuoti įrenginį. Buvo siekiama minimizuoti anglinį likutį, esant maksimaliam dujų kaloringumui. Eksperimentiškai buvo nustatyta dujų sudėtis, jų energetinė vertė, pagrindinių parametrų (kuro, oro, reakcijos temperatūros) įtaka proceso eigai. Atsižvelgiant į gautus rezultatus, optimizuotas ir rekonstruotas dujinimo reaktorius. Reikalingas oras paduodamas statmenai aplink degimo zoną, kur nedidelėje aukščio atkarpoje temperatūra pakyla iki 800-900°C temperatūros. Šioje zonoje iš medžiagos išsiskiria visos lakiosios medžiagos ir dalinai oksiduojasi anglis. Likusi anglis papildomai dujinama, tiekiant antrinį orą.

Paprastai žemyn judančio sluoksnio reaktoriuje degimo zonoje temperatūra siekia 1000-1100°C. Tokioje temperatūroje intensyviai vyksta redukcinės reakcijos kurios metu papildomai dujinama anglis bei gaunama papildoma anglies monoksido koncentracija. Tačiau aukštos temperatūros pasiekti nebuvo galima dėl pačios medžiagos prigimties. Gaminant granules, žaliava supresuojama iš smulkių dalelių, o, patekus atgal į aukštos temperatūros zoną, jos suyra. Iširus granulėms, medžiagos sluoksnis tampa tankus ir padidėja jo pasipriešinimas ir išauga slėgis. Siekiant išvengti granuliuotų brinkimo ir didelio sluoksnio pasipriešinimo, buvo suprojektuotas automatizuotas ardymas ir ištirtas jo judėjimo bei stovėjimo laiko priklausomumas nuo reaktoriaus slėgio. Nustatyta, kad optimalus slėgis reaktoriuje netūrėtų būti didesnis nei 50 mbar. Dvigubai mažesnė NO_x koncentracija dūmuose susidaro papildomai atskirais kanalais įvedus kuro ir oro tiekiamą. Atlikus eksperimentinius medienos skiedrų ir granuliuotų dujinimo tyrimus, nustatyti optimalūs proceso parametrai, kurių metu atitinkamai gautos 6,8 MJ/m³ ir 5,9 MJ/m³ kaloringumo dujos. Dujinant medžio skiedras pelenų/anglies kiekis siekė 5% nuo pradinio žaliavos kiekio, o granuliuotos medienos atveju – 10%.

Pagal gautus tyrimų rezultatus 2014 m metais planuojama suprojektuoti didesnės galios beliepsnį degiklį, pritaikytą deginti generatorines dujas.

Vykdamas antrąjį projekto uždavinį buvo sukurtas plazminis katalizinių dangų nusodinimo procesas, suformuotos pirmosios katalizinės metalų oksidų dangos ant metalinių padėklų ir parinkti oksidiniai legiruojantys priedai tolesniam katalizinių dangų savybių (porėtumo, laisvojo paviršiaus ploto ir kt.) pagerinimui. Pagamintas specialus stendas katalizatorių katalizinių savybių ir aplinkos teršalų (CO, HC, NO_x, SO_x ir kt.) konversijos efektyvumo tyrimui.

Žaliavos išpurškimo ir sumaišymo kokybė priklauso nuo suformuotų dalelių skersmens ir jų sklaidos kampo. Darbe naudoti trys pagrindiniai dozavimo principai: 1) žaliava paduodama į

plazminį reaktorių nepertraukiamai ir sumaišant; 2) žaliava paduodama porcijomis be sumaišymo; 3) žaliava paduodama ant reaktoriaus sienelių. Suprojektavus ir pagaminus naują plazminį įrenginį, pakito ir žaliavos tiekimo sąlygos. Kadangi reaktoriuje žymiai sumažėjo slėgis bei sienelės temperatūra, dispersinėms dalelėms išbandomi elektromagnetiniai vibraciniai dozatoriai. Formuojant katalizines dangas, naudojami kvarcinis smėlis, maltas stiklas, anglis, kaolinas, aliuminio, vario, cirkonio cirkonio oksidai ir jų mišiniai. Atlikta dispersinių dalelių mikroskopinė analizė rodo, kad medžiagų struktūra yra tinkama katalizinių dangų sintezei.

Plazminio purškimo pirolizės būdu sukurtų dangų padengtasis sluoksnis yra tolygus, tankus ir porėtas, jeigu laikomasi technologinio proceso sąlygų. Formuojant dangas, jų struktūra, elementų forma ir matmenys tam tikrose ribose mažai priklauso nuo dalelių geometrinių parametrų, jeigu procesas reguliuojamas keičiant plazmos šaltinio parametrus, srauto charakteristikas bei dispersinių dalelių įpūtimo vietą. Keičiant plazmos srauto parametrus, dalelių įpūtimo vietos dislokaciją bei purškimo nuotolius, galima reguliuoti dangos grūdėtumą, jos savitojo paviršiaus plotą, dangą sudarančių elementų formą ir dydį. Tos pačios rūšies ir frakcijos dalelių ir jomis suformuotų dangų struktūra, dalelių forma bei dydžiai iš esmės skiriasi.

Trečiasis tyrimo uždavinys – įvairių rūšių biokuro ir atgautojo kuro dalinio ir pilno dujinimo įrenginių tyrimas ir pritaikymas efektyviai šilumos gamybai.

Mažos galios biokuru kūrenamų įrenginių tyrimams vykdyti buvo sukurtas biokuro granuliuojamo dujinimo/deginimo įrenginys. Įrenginį sudaro dvi pagrindinės kameros. Vidurinėje įrenginio dalyje yra sumontuota kietųjų dalelių atskyrimo kamera, kurioje atskiriama didesnė kietųjų dalelių (pelenų) dalis. Kamera veikia kaip ciklonas. Karštų dujinimo produktų srautas į kamerą įteka veikiamas išcentrinėmis jėgų. Biokuro degimo produktų (dūmų) valymui numatoma naudoti elektrostatinį filtrą, kuris sugaudys dūmuose esančias kietąsias daleles. Surinktas eksperimentinis dujinimo/deginimo įrenginys išbandytas prijungus prie automatinės kuro tiekimo sistemos ir šiluminės galios apskaitos/reguliavimo įrenginio.

Atlikus šiaudų termocheminio skilimo produktų kiekybinę ir kokybinę analizę, nustatyta, kad be pagrindinių produktų anglies dioksido, anglies monoksido, vandenilio bei metano, susidaro ir kiti biokuro pirolizės produktams būdingi junginiai ir 350°C temperatūroje didžiausią lakiųjų medžiagų dalį sudaro piruvaldehidai. Taikant tarpinių produktų masės balanso lygtis, bei išskaičiuotus oro ir kuro kiekius, sudarytas skaitinis lakiųjų komponentų oksidacijos modelis, kuris taikomas skaičiavimams eksperimentiniame įrenginyje.

Naudojant ASYS FLUENT programinės įrangos paketą buvo atliktas eksperimentinės dujinimo/deginimo kameros srautų skaitinis modeliavimas. Pirminiai tyrimo rezultatai parodė, kad būtina atlikti techninius pakeitimus oro tiekimo sistemoje, kad būtų galima tiksliai reguliuoti ir apskaityti tiekiamo oro srautus.

2013 m. sudaryta tolesnių eksperimentinių ir skaitinių tyrimų, susijusių su biokuro degimo produktų valymu, metodika. Kadangi degimo produktų valymui bus naudojamas elektrostatinis filtras, numatyta įranga, reikalinga kietųjų dalelių koncentracijai bei jų pasiskirstymo pagal frakcijas kamine tirti. Skaitinių tyrimų metodika įgalina parinkti ar patikslinti elektrostatinio filtro parametrus bei nustatyti jo efektyvumą. Buvo atlikti preliminarūs degimo produktų valymo proceso įvertinimai pasirenkant realias degimo produktų tekėjimo sąlygas. Atlikti įvertinimai leidžia pradėti eksperimentinio įrenginio projektavimą.

Projektas yra kompleksinis ir, einant link energetiškai efektyvaus ir ekologiško biomasės deginimo, dirbama įvairiomis kryptimis: dujinimo, deginimo ir filtravimo, siekiant sukurti specialų katilą. Todėl visi vykdomi darbai yra reikalingi ir panašūs, kad projekto tikslas gali būti pasiektas.

Projekto vykdymo eiga rodo akivaizdžią pažangą. Jei 2012 m. buvo vykdyti tik pasirengimo darbai, tai 2013 m. jau parengti keturi straipsniai į žurnalus, turinčius cituojamumo rodiklį; iš jų vienas straipsnis išėjo, du priimti spaudai, vienas pateiktas spaudai. Dar devyni straipsniai parengti konferencijų medžiagoje ar kituose žurnaluose.

Ekspertų vertinime pažymima, kad 2013 m. projekto darbai atitinka planuotus, lėšos naudojamos tinkamai ir pagrįstai, nors sąmatos vykdymas atskaitos pateikimo datai kiek vėlavo. Pažymima, kad netiksliai užpildyta rezultatų lentelė, o darbo išvados turėtų būti orientuotos į platesnį galimų naudotojų ratą.

Trečiasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Pastato ir atsinaujinančios energijos vartojimo tvarumo modelis**“ (sutarties reg. Nr. ATE-03/2012 vadovas habil. dr. Vytautas Martinaitis, vykdančioji institucija VGTU) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.3 „Šilumos ir šviesos vartojimo pastatuose efektyvumą didinančių sistemų kūrimas ir optimizavimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų gegužės mėn.

Projekto tikslas – sukurti ir išbandyti pastatuose integruotai veikiančių ir maksimaliai atsinaujinančią energiją naudojančių inžinerinių sistemų (šildymo, vėdinimo, vėsinimo, karšto vandens ruošimo, apšvietimo) termodinaminio (ekserginio) ir ekologinio efektyvumo vertinimo matematinį modelį. Projekto tikslas ir uždaviniai yra tarpiai susiję su mažai arba beveik energijos nevarojančių pastatų kūrimu. 2013 m. projekte buvo siekiama išspręsti šiuos uždavinius: vystyti 2012 metais pradėtą kurti modelio dalį, nustatančią atsinaujinančios energijos momentinių ir sezoninių rodiklių termodinaminę (energinę ir ekserginę) vertę; DesignBuilder modeliavimo priemonėje 2012 metais parengtam baziniam pastato modeliui atlikti energijos poreikių modeliavimą; sukurti technologijų charakteringų derinių bazinį katalogą; pasitelkiant specializuotą programinę įrangą modeliuoti transformavimo ir vartojimo režimus pastate, eksperimentiškai patikrinant teoriškai nepakankamai įvertintas ar negalimas įvertinti modelių prielaidas; identifikuoti reikalingas modeliavimo priemones DesignBuilder ir TRNSYS 17.0 bei jų modulių programines sąsajas, jas sukurti ir išbandyti atliekant šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo sistemų skaičiavimo procedūras

2013 m. metinėje ataskaitoje aprašomi atlikti atsinaujinančios energijos technologinių derinių pastato šildymo, vėdinimo, vėsinimo, karšto vandens ir elektros poreikių užtikrinimui tyrimai. Tam buvo sukurtas TRNSYS ir DesignBuilder jungiantis bazinis hibridinis modelis. Šiuo metu modelis yra testuojamas pasirinktoms technologijoms, jų deriniams. Projekto vykdytojai pateikė devynias išvadas/rekomendacijas, kurios visumoje atitinka vykdytų tyrimų turinį, t.y. pateikta trumpa atliktų darbų ir gautų rezultatų santrauka, tačiau rekomenduojama sekančiame etape susikoncentruoti prie realių išvadų bei konkrečių rekomendacijų.

Kita vertus, ekspertai pažymi, kad paraiškoje buvo numatyta per pirmuosius du projekto vykdymo metus paskelbti net keturis straipsnius tarptautiniuose žurnaluose "Energy and Buildings" ir "Renewable Energy". Tuo tarpu, be keturių pranešimų konferencijose labai panašiais pavadinimais publikacijų sąrašė terandamas straipsnis Rygos TU darbuose. Atsakyme autoriai pateikia šio atsilikimo įveikimo planą, tačiau akivaizdu, kad vykdytojų prisiimti

publikavimo įsipareigojimai yra labai ambicingi ir galimai viršija jų galimybes (projekto vadovas per savo netrumpą mokslinę karjerą tebuvo paskelbęs aštuonis straipsnius žurnaluose su cituojamumo rodikliu).

Didesnių nukrypimų nuo sąmatos nepastebėta. Apibendrinami gautus darbo rezultatus, ekspertai siūlo atkreipti dėmesį į konkrečių, rezultatais pagrįstų išvadų ir rekomendacijų pateikimą galutinėje ataskaitoje.

Ketvirtasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Biomasės deginimo taršos kontrolė: nuo teršalų susidarymo iki žmonių ekspozicijos**“ (sutarties reg. Nr. ATE-05/2012 vadovas dr. Dainius Martuzevičius, vykdančioji institucija KTU, projekto partneris VMTI FTMC) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.1 „Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų liepos mėn.

Šis projektas skirtas ateities energijos gamybos ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimo Programos uždavinio įgyvendinimui, siekiant optimizuoti vietinio kuro degimo procesą, kai rezultatai būtų naudingi sprendžiant praktinius taikymo uždavinius mokslo institucijose ir pramonės įmonėse, taupant kurą ir mažinant atmosferos taršą.

Projekte tiriami kietojo kuro (koncentruojantis į įvairias biokuro rūšis) degimo metu susidarantys teršalai, jų sklaida aplinkoje ir patekimas į gyvenamąsias patalpas. Projekto tikslas – įvertinti įvairių faktorių įtaką teršalų formavimuisi biomasės deginimo individualiose ir rajoninėse katilinėse, šių teršalų įtaką aplinkos oro kokybei bei žmonių ekspozicijai. Siekiant įgyvendinti šį tikslą projekte tiriamas biomasės ir akmens anglies deginimo metu susidarantių dujinių teršalų ir nanodalelių formavimasis bei nustatomos sąlygos optimaliam degimui teršalų susidarymo požiūriu. Degimo metu susidariusių išmetamųjų dujų poveikis aplinkos orui vertinamas matuojant kietųjų dalelių, policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracijas aplinkos ore, anglies kiekį įvairaus dydžio aerolio dalelėse. Žmonių ekspozicija šiems teršalams vertinama atsižvelgiant į šių teršalų prasiskverbimą į patalpas.

Siekiant nustatyti biomasės kuro degimo emisijas mažame katile, 2013 m. buvo atliekami teršalų išsiskyrimo, deginant įvairias kuro rūšis, laboratoriniai tyrimai, atliekama ėminių cheminė analizė. Nustatytos dujinių teršalų, policiklinių aromatinių angliavandenilių, lakių organinių junginių ir kietųjų dalelių emisijos, deginant skirtingas kuro rūšis (medienos granules, saulėgrąžų lukštų granules, šiaudų granules, grikių lukštus, kukurūzų stiebų granules, grūdų atsijas, nuotekų dumblo granules). Tyrimo rezultatai parodė, kad taršiausias kuras yra nuotekų dumblo granulės ir grūdų atsijos, o mažiausios teršalų emisijos buvo nustatytos deginant medžio granules.

Taip pat siekiant įvertinti kietojo kuro deginimo įtaką aplinkos ir patalpų oro kokybei, buvo imami oro ėminiai bei atlikti teršalų sklaidos palyginamieji tyrimai šaltuoju ir šiltuoju sezonais. Siekiant įvertinti kuro deginimo įtaką, mėginių ėmimas buvo vykdomas šešiose skirtingose Kauno miesto vietose. Tyrimų vietos buvo pasirinktos atsižvelgiant į namų energetinį efektyvumą, langų sandarumą bei naudojamo kuro rūšį tirtuose namuose bei gretimuose namuose. Pastebėtas ryškus sezoninis dalelių koncentracijos svyravimas, būdingas ir kitiems Šiaurės Europos miestams, kuriuose ryški biokuro deginimo įtaka. Policiklinių aromatinių angliavandenilių analizė parodė, kad patalpose esantis kieto kuro katilas reikšmingai įtakoja oro kokybę. Kaune nustatytos policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracijos labiausiai

atitinka koncentracijas, nustatytas Švedijoje bei Austrijoje ir yra žemesnės nei Lenkijoje, Slovakijoje bei Čekijoje.

Ekspertai pažymi, kad atliktų mokslinių tyrimų turinys dera su projekto 2013 metų planu. Didžioji dalis planuotų darbų atlikta pagal planą, užtruko tik ėminių ir rezultatų analizė, dėl kurios 1-2 mėn. nusikėlė publikacijų pateikimas žurnalams. Pateikti keturių 2013 m. parengtų straipsnių mokslo žurnalams rankraščiai bei trys paskelbtos publikacijos konferencijų medžiagoje patvirtina atliktų darbų svarbą projekto tikslams pasiekti, jų moksliskumą bei praktinę vertę. Ekspertai taip pat pastebėjo, kad dalis darbų bei rezultatų publikavimas kiek atsilieka nuo planuoto. Projekto vykdytojai pateikė išsamius paaiškinimus dėl nežymaus darbų vėlavimo ir straipsnių pateikimo spaudai grafika, pagal kurį visi 2013 m. planuoti straipsniai žurnalams pateikti iki 2013 m. pabaigos, o vienas trūkstamas konferencijos pranešimas pristatytas konferencijoje 2014 m. pradžioje (dėl konferencijos datos nukėlimo). Patikslintos ir papildytos 2013 m. ataskaitos išvados patvirtina 2013 m. atliktų darbų svarbą ir jų detalumą. Lėšos naudojamos tinkamai ir pagrįstai, nors ataskaitos pateikimo datai dalis 2013 m. skirtų lėšų dar nebuvo įsisavinta.

Penktasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Energiją tausojančių medžiagų kūrimas, tyrimai ir taikymas pastatų atitvarose**“ (sutarties reg. Nr. ATE-07/2012 vadovas dr. Sigitas Vėjelis, vykdančioji institucija VGTU) buvo vykdomas įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.2 „Energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų liepos mėn.

Darbe siekiama sukurti pažangias energiją tausojančias medžiagas ir sistemas: šiaudų ir linų stiebelių skydus, smulkintų ir plaušintų šiaudų, linų ir kanapių spalių ir trumpojo plaušo birias termoizoliacines medžiagas, termiškai ir mechaniškai apdorotų šiaudų, linų ir kanapių spalių su trumpojo plaušo intarpais kompozitus bei modifikuoto akytojo beautoklavio betono, termoizoliacinių tinkų su įvairaus išpūtinimo neoporo granulėmis bei daugiasluoksnių polistireninio putplasčio su šilumos srautą sklaidančiomis dangomis gaminius.

Tęsiant pradėtus tyrimus, 2013 m. buvo atlikti šie darbai: ištirta skirtingos struktūros ir sudėties linų ir kanapių pluošto bandinių šilumos laidumas; ištirtas horizontaliai ir chaotiškai (skydinėse konstrukcijose) orientuotų skirtingo tankio linų šiaudelių šilumos laidumas; ištirtas skirtingos sudėties sieninių blokelių ir tinkų šilumos laidumas; atlikti polistireninio putplasčio lakštų bei kanapių spalių kompozitų šilumos laidumo tyrimai; įvertintas nanopriedų (pucolaninių, plastifikuojančių bei orą įtraukiančių) poveikis cementinei matricai; atliktas šilumos srautą sklaidančių priedų įvedimas į kanapių spalių kompozitus, termoizoliacinius tinkus, polistireninio putplasčio lakštų padengimas ir įvertintas priedų poveikis medžiagų šilumos laidumui.

Visumoje vykdyti darbai dera su numatytais plane, bet kiek atsilieka nuo įvykdymo plano. Tyrimai atliekami plačiame darbų fronte taip kaip buvo numatyta plane.

Svarbu pažymėti, kad kai kurie tyrimų rezultatai surado taikymus: kartu su UAB Ecococon išleista bandyminė partija skydinių konstrukcijų su linų šiaudelių užpildu; su UAB Palemono keramika derinami techniniai klausimai dėl termoizoliacinių plokščių ir blokelių iš kanapių spalių bandyminės partijos išleidimo; su UAB Matuizų plytinė derinami techniniai klausimai dėl termoizoliacinių sieninių blokelių su polistireninio putplasčio granulėmis bandyminės partijos išleidimo.

Atliktų darbų pagrindu parengtos šešios mokslinės publikacijos į žurnalus, iš jų trys – į žurnalus, turinčius cituojamumo rodiklį, dar du straipsniai buvo planuojami parengti iki 2013 m. gruodžio 15 d. Taip pat sukurtos kelios naujos medžiagos, dviem iš jų rengiamos paraiškos patentavimui. Planuojama patentines paraiškas („Cementinės tešlos gamybos būdas“ bei „Linų šiaudelių naudojimas skydinių konstrukcijų gamybai“) pateikti iki 2013 m. gruodžio 15d.

Ekspertai pažymi, kad visumoje vykdyti darbai dera su numatytais plane, tačiau kiek atsilieka nuo įvykdymo plano. Projekto lėšos panaudotos tinkamai ir pagrįstai, tačiau dalis bus panaudota po ataskaitos pateikimo. Po patikslinimo išvados yra kokybiškos.

Šeštasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Naujos nanostruktūrizuotos medžiagos kuro elementams**“ (sutarties reg. Nr. ATE-08/2012 vadovė dr. Loreta Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė, vykdančioji institucija VMTI FTMC) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.1 „Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų gegužės mėn.

Būtina pažymėti, kad dalis šiam projektui vykdyti reikalingų kompetencijų buvo įgyta vykdant Programos pirmojo kvietimo projektą ATE-03/2010 „Naujos medžiagos kuro elementams: sintezė, charakterizavimas ir savybės“.

Dabartinio projekto tikslas yra naujų nanostruktūrizuotų medžiagų ir heterostruktūrų, pasižyminčių unikaliomis specifinėmis savybėmis sintezė, charakterizavimas, katalizinių savybių tyrimas ir taikymas tiesioginiuose borohidrido ir netiesioginiuose borohidrido (vandenilio gamyba) kuro elementuose. Kadangi naujų efektyvių katalizatorių paieškos strategija remiasi kuro elementų našumo padidinimu, todėl pagrindinis šio projekto uždavinys yra kurti efektyvius katalizatorius bei ištirti elektrokatalizinių reakcijų, vykstančių borohidrido kuro elementuose, kinetiką ir mechanizmus, naudojant elektrocheminius metodus.

2013 m. buvo keliami tokie uždaviniai: grafeno-metalo (Au, Ni, Cu, Pt, Co, Ru) katalizatorių sintezės, taikant cheminį metalų nusodinimą ir sintezę, inicijuotą mikrobangomis, optimalių sąlygų parinkimas, charakterizavimas bei jų aktyvumo įvertinimas natrio borohidrido oksidacijos bei hidrolizės reakcijoms.

Vykdamas projekte 2013 m. numatytus uždavinius, buvo suformuoti grafeno-metalo (Au, Ni, Cu, Pt, Co) nanokompozitai, taikant sintezę, inicijuotą mikrobangomis. Optimizuotos platinos/grafeno, platinos-kobalto/grafeno, platinos-nikelio/grafeno, platinos-nikelio-titano oksido/grafeno, aukso/grafeno, aukso-vario/grafeno ir aukso-kobalto/grafeno katalizatorių sintezės sąlygos. Sukurtų metalo-grafeno nanokompozitų paviršiaus morfologija, struktūra bei sudėtis buvo detalai ištirta, naudojant peršviečiamąją elektroninę mikroskopiją, Rentgeno spindulių difrakciją bei indukuotos plazmos optinės emisijos spektroskopiją, o jų elektrokatalizinis aktyvumas buvo įvertintas natrio borohidrido oksidacijos bei hidrolizės reakcijoms, taikant ciklinę voltamperometriją, chronoamperometriją ir chronopotenciometriją. Sukurti platinos/grafeno, platinos-kobalto/grafeno, platinos-nikelio/grafeno, platinos-nikelio-titano oksido/grafeno, aukso/grafeno, aukso-vario/grafeno ir aukso-kobalto/grafeno nanokompozitai yra perspektyvūs katalizatoriai, pasižymi ženkliai didesniu (lyginant su gryno metalo elektrodais) elektrokataliziniu aktyvumu natrio borohidrido oksidacijos bei hidrolizės reakcijoms ir gali būti taikomi realiuose natrio borohidrido kuro elementuose.

Šis darbas atliekamas gana išsamiai, pateikta daug vertingų rezultatų, kurie didžiąja dalimi jau publikuoti. Mokslinę produkciją atspindi trys atspausdintos publikacijos, dar trys įteiktos

žurnalams su aukštu citavimo indeksu, keturi straipsniai recenzuojamuose tarptautinių bei nacionalinių konferencijų leidiniuose, 14 konferencijų tezių. Darbo rezultatai artėja ir prie patentinių paraiškų parengimo.

Gauti rezultatai prisideda prie vandenilio kuro elementų sukūrimo. Nors šios problemos išsprendimas yra pasaulinio lygio problema, tačiau autorių atliekamas darbas yra svarbus ir prisideda prie šios problemos sprendimo.

Projekto ekspertų grupė pakankamai gerai įvertino šį darbą, pažymėjo, kad projekte iškelti tikslai iš esmės yra įvykdyti, o projekto vykdytojų rekomendacijos po patikslinimo yra kokybiškos ir svarbios. Šiamata vykdoma pagal planą, lėšos panaudotos tinkamai. Esantis likutis paaiškintas pridėtame rašte, kuriuo garantuojama įsisavinti visas šio etapo lėšas iki metų pabaigos.

Septintasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Membraninių struktūrų technologijos kietųjų elektrolitų kuro mikroelementams**“ (sutarties reg. Nr. ATE-09/2012 vadovas habil. dr. Sigitas Tamulevičius, vykdančioji institucija KTU, projekto partneriai VU ir VMTI FTMC) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.1 „Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų liepos mėn.

Būtina pažymėti, kad dalis šiam projektui vykdyti reikalingų kompetencijų buvo įgyta vykdant Programos pirmojo kvietimo projektą ATE-05/2010 „Mikro- ir nanostruktūros kietojo oksido mikro kuro elementams“.

Dabartinio projekto vykdymo laikotarpyje nuo 2012 m. lapkričio mėn. iki 2013 m. spalio mėn. buvo numatyti šie uždaviniai bei priemonės jiems įgyvendinti:

1. Kuro mikroelemento (μ -KOKE) geometrinės konstrukcijos, technologijos bei fotošablonų projektavimas, membraninių struktūrų formavimas ir tyrimas. Šiam uždaviniui įgyvendinti buvo parengtos šios priemonės: 1.1. Sumodeliuoti mikroelemento viensluoksnę (Elektrolitas, storis apie 600 nm) bei daugiasluoksnę (Pt/Elektrolitas/Pt, storis 1 μ m) geometrinę konstrukciją, naudojant COMSOL programą bei ištirti konstrukcijos mechaninių savybių priklausomybę nuo kaitinimo temperatūros. 1.2. Parinkti technologinį maršrutą kuro mikroelemento konstrukcijai formuoti. Suprojektuoti bei pasigaminti fotošablonus. 1.3. Įsisavinti cheminį bendrojo nusodinimo sintezės metodą bei išgauti chemines medžiagas, skirtas μ -KOKE elektrolitų formavimui. 1.4. Suformuoti plonus keraminius elektrolitų (YSZ, GDC) sluoksnius garinant elektronų spinduliu bei platinos elektrodus nuolatinės srovės magnetroniniu nusodinimu.

2. Apibūdinti zolių-gelių sintezės metodu susintetintas naujas struktūras, kurios galėtų būti naudojamos kietojo oksido kuro mikroelementams formuoti.

3. Sukonstruoti bandinio laikiklį membraninių struktūrų impedansiniams matavimams ir parengti aparatūrą darbui.

4. Atlikti spinduliuotės poveikio Si, Ni, YSZ ir kitus tyrimus, suformuoti dujų kanalus YSZ dangose trijų fazių ribai padidinti. Šiam uždaviniui įgyvendinti buvo parengtos šios priemonės: 4.1. Skylių gręžimas silicyje bei nikelio folijoje. 4.2. Lazerinio poveikio YSZ dangoms tyrimai. 4.3. Lazerinio apdirbimo pritaikymas trijų fazių ribai formuoti/padidinti.

Šiame etape įsisavinta gilaus joninio ėsdinimo technologija, atlikti pirmieji ėsdinimo eksperimentai. Indukciniu būdu žadinamos plazmos būdu silicyje suformuotos pradinės

membraninės struktūros. Paruošti dvipusio poliravimo n <100> tipo 380 μm storio silicio padėklai, abiejose plokštelės pusėse cheminio nusodinimo iš garų fazės metodu nusodinant mažų įtempių Si₃N₄ plėveles (plėvelių storis svyruoja nuo 490 nm plokštelės centre iki 510 nm plokštelės kraštuose). Suformavus homogeniškus nikelio folijos 25 μm storio padėklus, lazerinių technologijų pagalba paruošti porėtojo nikelio padėklai, ant kurių bus formuojami kietojo oksido kuro mikroelementų elektrodai. Homogeniški YSZ ir GDC kompozitai su itrio oksidu bei cerio oksidu (Gd_{0,1}Ce_{0,9}O_{1,95} + CeO₂; Gd_{0,1}Ce_{0,9}O_{1,95} + Y₂O₃; Y_{0,1}Zr_{0,9}O₂ + Y₂O₃; Y_{0,1}Zr_{0,9}O₂ + CeO₂) buvo sėkmingai susintetinti vandeniniu zolių-gelių metodu. Zolių-gelių metodu susintetintų 10GDC+CeO₂ ir 10GDC+Y₂O₃ kompozitų fazinė sudėtis nepriklausė nuo sintezės temperatūros nei nuo oksido kiekio kompozite. Zolių-gelių sudeginimo metodas dėl atlikimo sudėtingumo nerekomenduotinas naudoti šiems kompozitams sintetinti. Kietafazių reakcijų metodu sintetinti skirtingose temperatūrose YSZ ir GDC kompozitai nebuvo vienfaziai junginiai. Visuose sintezės produktuose lieka nedidelis kiekis nesureagavusio gadolinio oksido. Ploniems minėtų kompozitų sluoksniams formuoti ant modifikuoto silicio padėklo pirmą kartą panaudota zolių-gelių sintezė sukimo būdu nevandenėje terpėje. Pagal projekto planą visi minėti kompozitai (milteliai ir ploni sluoksniai) bus pilnai apibūdinti įvairiais fizikiniais metodais 2013 metais. Sukurtos naujos, efektyvios itrio ir cirkonio spektrofotometrinio nustatymo YSZ bandiniuose metodikos. Sukonstruotas plačiajuostis spektrometras membraninėms struktūroms matuoti aukštose temperatūrose (dažnių diapazone nuo 1 Hz iki 1 GHz). Sukonstruoti tiesioginio lazerinio užrašymo ir interferuojančių pluoštų abliacijos standai, kurie bus naudojami tolesniuose tyrimuose. Nustatytos spinduliuotės energetinių parametrų ribos GDC dangų tankinimui.

Paskelbtų ir pateiktų publikacijų skaičius ir lygis artimas planuojamam: išspausdinti ar priimti du ir pateikti dar du straipsniai žurnaluose su cituojamumo rodikliu, dar trys straipsniai parengti kitiems leidiniams.

Projekto vertintojai pažymėjo, kad šį projektą vykdo didelis būrys tyrėjų, net keturių mokslinių kolektyvų specialistai, nepaisant to darbai yra neblogai koordinuojami ir atliekami pagal planą. Išvadose apibendrinti gauti rezultatai; rekomendacijoje siūlomi optimalūs toliau naudotinių medžiagų sintezės, dangų tankinimo technologijų bei tyrimo objektų charakterizavimo būdai. Sąmatos vykdyme yra smulkių neatitikimų, jos vykdymas nepasibaigus kalendoriniams metams negali būti įvertintas.

Aštuntasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Organinių atliekų konversija vandens garo plazmoje mažinant aplinkos taršą**“ (sutarties reg. Nr. ATE-10/2012 vadovė dr. Viktorija Grigaitienė, vykdančioji institucija LEI) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.2 „Energiją tausojančių, kaupiančių ir konvertuojančių medžiagų bei technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų gegužės mėn.

Vykdamas šį projektą planuota sukurti naują šiuolaikinę vandens garo plazminę technologiją, kuri ateityje gali tapti viena pagrindinių priemonių aplinkos taršos mažinimo, energijos taupymo bei naujų medžiagų sintezės srityse. Darbe planuota ištirti naujos konstrukcijos plazmos generatorių (plazmotroną), kuriame plazmą sudarančios dujos yra perkaitintos iki 240 °C vandens garas. Tam tikslui planuota patobulinti Plazminių technologijų laboratorijoje esančius plazminius įrenginius, panaudoti parametrų kontrolės, reguliavimo ir matavimo sistemos bei analizinę dujų dinaminių, šiluminių charakteristikų tyrimo ir reakcijos produktų koncentracijų

matavimo aparatūrą, ištirti vandens garų kaitinančio plazmotrono elektrines, šilumines ir eksploatacines charakteristikas.

Kaip žinia, dujinių, skystųjų, ar kietųjų atliekų nuklenksminimas vykdomas įvairiais metodais. Didžiausią pranašumą turi tokios technologijos, kurias įgyvendinus atliekas ne tik galima utilizuoti, sumažinti teršalų emisiją į aplinką, tačiau jas perdirbti ir gauti naujus produktus. Šiems tikslams naudojant vandens garo plazmą vandens garas yra ir šilumnešis, ir žaliava, dalyvaujanti sudėtingose cheminėse reakcijose.

Pagrindiniai 2013 m. darbo uždaviniai buvo sumodeliuoti ir sukonstruoti plazmocheminių reaktorių, pritaikytą dujinėms ir skystoms atliekoms skaidyti aukštos temperatūros srautu, ištirti vandens garo plazmos srauto sąveikos su skaidomų dujinių bei skystų medžiagų dalelėmis mechanizmą. Ištirti gautų produktų elementinę sudėtį, įvertinti proceso efektyvumą, sintetinių dujų ($\text{CO} + \text{H}_2$) išėigą.

Per ataskaitinį laikotarpį buvo suprojektuotas ir išbandytas eksperimentinis atmosferinio slėgio, nuolatinės srovės plazmos generatorius ir dviejų tipų plazmocheminiai reaktoriai – dujinių bei skystų organinių atliekų skaidymui. Šiame darbų etape buvo išspręstos šios pagrindinės užduotys: 1) realizuotas dujinių bei skystų organinių medžiagų skaidymo procesas; 2) nustatytos šio įrenginio šiluminės ir elektrinės charakteristikos bei nustatyti ištekančios vandens garo plazmos srovės parametrai; 3) gauti dujinių bei skystų medžiagų konversijos į sintetines vandeniliu praturtintas dujas rezultatai.

Nustatytos vandens garo plazmos generatoriaus pagrindinės darbo charakteristikos: plazmotrono galia; elektros srovės stipris, elektros įtampa; naudingumo koeficientas, vidutinė iš plazmotrono tūtos ištekančios vandens garo plazmos temperatūra, plazmos srauto vidutinis greitis. Parodyta, kad itin aukštos temperatūros dujų sraute lengvai galima pasiekti sąlygas, prie kurių organines atliekas galima suskaidyti ir paversti į sintetines vandeniliu praturtintas dujas. Atlikti dujinių bei skystų medžiagų konversijos tyrimai. Pademonstruota, kad vandens garų naudojimas plazmos sudarymui išties padidina skystųjų atliekų konversijos į sintetines dujas efektyvumą.

Šiame darbų etape buvo išspręstos šios užduotys: 1) realizuotas dujinių bei skystų organinių medžiagų skaidymo procesas; 2) nustatytos šio įrenginio šiluminės ir elektrinės charakteristikos bei nustatyti ištekančios vandens garo plazmos srovės parametrai; 3) gauti dujinių bei skystų medžiagų konversijos į sintetines vandeniliu praturtintas dujas rezultatai. Tai atitinka planuotus tyrimus. Darbo išvados buvo patikslintos ir dabar visumoje jos yra kokybiškos.

Pagrindinės planuotos šioms metams projekto gairės pasiektos. Išspausdintas vienas ir pateikti spaudai du planuoti straipsniai žurnalams su cituojamumo rodikliu, tiesa, ne tokiems prestižiniams, kaip tikėtasi, leidiniams. Dar du straipsniai išspausdinti kituose leidiniuose. Nors formaliai mokslinės produkcijos planas įvykdytas, tačiau produkcijos kokybė nėra žadėto lygio. Buvo planuoti du straipsniai į žurnalus, kurių IF yra apie 2,5. Tuo tarpu publikuojama žymiai silpnesniuose žurnaluose, kurių IF yra 0.641, 1.032 ir 1,123.

Ekspertai pažymi, kad didesnių nukrypimų nuo patvirtintos projekto sąmatos nepastebėta, tačiau ataskaitos pateikimo metu dar nevisos lėšos buvo įsisavintos. Po patikslinimo išvados visumoje yra kokybiškos.

Devintasis Programos antrojo uždavinio projektas „**Lazerinis Saulės elementų paviršių struktūrinimas jų fotoelektriniam efektyvumui padidinti**“ (sutarties reg. Nr. ATE-11/2012 vadovas dr. Gediminas Račiukaitis, vykdančioji institucija VMTI FTMC) buvo vykdomas, įgyvendinant Programos antrojo uždavinio priemonę 2.1 „Ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimas“. Projektas pradėtas vykdyti 2012 metų gegužės mėn.

Būtina pažymėti, kad dalis šiam projektui vykdyti reikalingų technologinių gebėjimų buvo įgyta vykdant Programos pirmojo kvietimo projektą ATE-06/2010 „Kontrastingų termoizoliacinių savybių grafeno dangų paruošimas, naudojant lazerinį apdirbimą“, tačiau dabartinis projektas iš esmės skiriasi nuo ankstesniojo savo tikslais.

Šis projektas skirtas ateities energijos gamybos ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimo Programos uždavinio įgyvendinimui, ateities energijos gamybai Lietuvoje reikalingų medžiagų ir technologijų kūrimui, naujų kristalinių, polikristalinių plonasluoksnių, hibridinių ir organinių medžiagų fotovoltiniams elementams paieškai ir apibūdinimui bei jų struktūros ir sandaros parinkimui, siekiant optimizuoti tokių naujų fotovoltinių elementų konversijos efektyvumą ir ilgaamžiškumą.

Pagrindinis projekto tikslas – sukurti lazerinę technologiją, kuri įgalintų padidinti Saulės elementų efektyvumą dėl elemento paviršiuje suformuotos fotoninių kristalų tipo struktūrų kristalinio silicio ir plonasluoksniuose vario-indžio-galio selenido (CIGS) Saulės elementuose. Projekte numatyta tirti lazerio poveikį Saulės elementą sudarančių medžiagų struktūrai bei analizuoti lazerinio apdirbimo poveikį Saulės elementų optinėms (atspindys) ir foto-elektrinėms savybėms.

2013 m. buvo atliekami kompleksiniai tyrimai, tekstūruojant lazeriu polikristalinio silicio ir CIGS Saulės elementų paviršių ir įvairias metodais charakterizuojant tekstūruotus paviršius. Lazerinio apdirbimo poveikis Saulės elementų foto-elektriniam efektyvumui, lazeriu suformuotų paviršių sugerties ir atspindžio spektriniai ir kampiniai pokyčiai bei Saulės elementų struktūros pokyčiai buvo tiriami skenuojančio elektronų mikroskopo (SEM), elektronų dispersijos spektroskopijos (EDS) ir Ramano spektroskopijos metodais.

Paašškėjus, kad didelės lazerinės apšvitos dozės nėra tinkamas kelias struktūrinimui, bandinių apšvitinimui buvo naudojamos sumažintos dozės. Optinio atspindžio ir Ramano spektroskopija, bei fotovoltinių charakteristikų matavimai leido atrinkti lazerinio apdirbimo režimus, kai galima padidinti sugertį Saulės elemente, išsaugant ar netgi pagerinant jo fotoelektrinius parametrus. Naudojant mažas lazerio apšvitos dozės su interferuojančiais nefokusuotais pluoštais, kurie nesukelia viršutinio SiN_x sluoksnio abliacijos, buvo pasiektas sugerties padidėjimas. EDS analizė parodė, kad mažos apšvitos dozės sukelia nitritinio sluoksnio dalinę oksidaciją. Dėl oksidacijos susiformuoja paviršinė gardelė su modifikuotu lūžio rodikliu. Todėl Saulės šviesa, pereidama per anti-atspindintį ir pasyvuojantį SiN_x sluoksnį, efektyviau išsklaidoma. Tai naujas reiškinys ir, kadangi jis taip pat siejasi su nedideliu fotoelektrinių charakteristikų pagerėjimu polikristalinio silicio Saulės elementuose, tyrimai 2014 m. bus tęsiami ir kartojami siaurame lazerinio modifikavimo režimų intervale. Fotoelektrinių savybių pagerėjimas taip pat užfiksuotas pikosekundiniu lazeriu tekstūruojant CIGS Saulės elementų paviršių. Išsamius lazerio poveikio šioms medžiagoms tyrimus numatoma atlikti 2014 m.

Siekiant geriau suprasti fizikinius mechanizmus, įtakojančius šviesos sugertį bei sklaidą periodinėse struktūrose, buvo vykdomi skaitinio modeliavimo darbai. Skaitinio modeliavimo rezultatai parodė, kad šviesos atspindžio sumažėjimo (sugerties padidėjimo), galima tikėtis, formuojant periodines struktūras su duobučių diametro ir gylio santykiu artimu vienetui ir periodu, užtikrinančiu pilną viso paviršiaus ploto tekstūravimą. Tokios gilios struktūros negali būti formuojamos silicio Saulės elementuose, nes bus pažeidžiama p-n sandūra. Todėl lazerio tekstūravimo eksperimentai perkeliama į silicio plokštelės apdirbimą su vėlesniu sandūros formavimu, bendradarbiaujant su verslo partneriais Lietuvoje.

Vykdamas projektą, buvo sumontuota ir instaliuota Saulės elektrinė ant FTMC Lazerinio korpuso stogo. Per 2013 m. parengta kompiuterinė programa modulių generuojamos elektros energijos registravimui ir analizei. Sistema naudojama palyginamiesiems įvairaus tipo Saulės elementų, tame tarpe ir lazeriais tekstūruotų, tyrimams.

Ekspertai savo vertinime pažymi, kad visumoje 2013 m. vykdyti tyrimai atitinka suplanuotus. Projekto išvados kokybiškos, tačiau galėtų būti kritiškesnės. Ekspertai suabejojo dėl gauto nedidelio teigiamo lazerinio struktūravimo efekto praktiškumo. Pateiktas paaiškinimas leidžia tikėtis, kad 2014 m. bus pasiektas didesnis teigiamas lazerinių technologijų panaudojimo poveikis Saulės elemento našumui. Taip pat ekspertai atkreipė dėmesį į tai, kad projekto rezultatų publikavimas atsilieka nuo plano. Atsakydamas, projekto vadovas pateikė papildomą informaciją, kad per laikotarpį po ataskaitos pateikimo, vienas straipsnis ISI žurnale su cituojamumo rodikliu praėjo recenzavimą ir yra priimtas spaudai, bei projekto rezultatai buvo pristatyti tarptautiniame seminare. Lėšos naudojamos tinkamai ir pagrįstai; neįsisavinta 20 proc. lėšų, kurias planuojama spėti panaudoti iki metų pabaigos.

Vykdamas projektą, susiduriama su iššūkiais, tačiau projektų tyrėjų grupė analizuoja gaunamus mokslinius rezultatus ir kūrybiškai ieško sprendimų, kaip naudojant lazerines technologijas padidinti saulės elementų našumą. 2013 m. pasiekti rezultatai leidžia tikėtis, kad šis projekto keliamas tikslas bus sėkmingai pasiektas.

3. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

3.1. Dalykinio pobūdžio rekomendacijos

Ketvirtaisiais Programos realizavimo metais visi vykdyti projektai startavo panašiu metu (apie 2012 m. vidurį) ir buvo užbaigę pasirengimo tarpsnį. Todėl, skirtingai nei 2012 m. ataskaitoje, galima pateikti ne vien sėkmingo projektų vykdymo pavyzdžius, bet ir apibendrinti Programos vykdymo eigą. Tuo pačiu verta pažymėti, kad projektų vykdymo startinės pozicijos nebuvo vienodos. Du projektai, susiję su Programos pirmuoju uždaviniu „Lietuvos energetinio saugumo bei plėtros modelių kūrimas ir tyrimas“ (reg. Nr. ATE-04/2012 ir ATE-06/2012) buvo tęstiniai, t.y. rėmėsi tų pačių vykdytojų sukurtomis metodikomis pirmojo kvietimo projektuose. Dar trijuose projektuose, susijusiuose su Programos antruoju uždaviniu „Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas“ (reg. Nr. ATE-01/2012, ATE-08/2012 ir ATE-09/2012) buvo stipriai remiamasi vykdytojų kompetencijomis, gautomis jų vykdytuose pirmojo kvietimo projektuose. Likę šeši projektai (reg. Nr. ATE-02/2012, ATE-03/2012, ATE-05/2012, ATE-07/2012, ATE-10/2012 ir ATE-11/2012) buvo visiškai naujai inicijuoti.

Minėtini šie Programos projektų sėkmingo vykdymo pavyzdžiai. Projekte „Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas“ (sutarties reg. Nr. ATE-04/2012, vadovas dr. Sigitas Rimkevičius) identifikuoti Lietuvos elektros energetikos sistemos poavariniai režimai, išanalizuoti Lietuvos šilumos tiekimo ir dujų vamzdynų pažeidimų rizikos veiksniai ir pasiūlyti šios rizikos valdymo būdai. Projekte „Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas“ (sutarties reg. Nr. ATE-06/2012, vadovas prof. habil. dr. Juozas Augutis) sudaryta Lietuvos energetikos sistemos galutinė grėsmių aibė, sudarytas grėsmių realizavimosi į trikdžius tikimybinis modelis. Vykdam projektą „Mezopiniai kietakūniai šviesos šaltiniai“ (sutarties reg. Nr. ATE-01/2012, vadovas habil. dr. Artūras Žukauskas) pasiūlyti, psichofiziškai charakterizuoti ir sukonstruoti kietakūniai šviesos šaltiniai, skirti fotobiologiškai saugiam ir išmaniai valdomam lauko apšvietimui. Projekto „Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas“ (sutarties reg. Nr. ATE-02/2012, vadovas dr. Vitas Valinčius) vykdytojai optimizavo biomasės dujinimo reaktorių, atliko pirminius biomasės deginimo reaktoriaus su beliepsniais degikliais darbo bandymus. Projekto „Energiją tausojančių medžiagų kūrimas, tyrimai ir taikymas pastatų atitvarose“ (sutarties reg. Nr. ATE-07/2012, vadovas dr. Sigitas Vėjelis) kai kurie tyrimų rezultatai jau rado taikymus: kartu su UAB „Ecocon“ išleista bandyminė partija skydinių konstrukcijų su linų šiaudelių užpildu. Projekto „Naujos nanostruktūrizuotos medžiagos kuro elementams“ (sutarties reg. Nr. ATE-08/2012 vadovė dr. Loreta Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė) vykdytojai, taikydami sintezę, inicijuotą mikrobangomis, suformavo grafeno-metalo (Au, Ni, Cu, Pt, Co) nanokompozitinius katalizatorius. Šie katalizatoriai gali būti taikomi borhidrido kuro elementuose. Vykdam projektą „Membraninių struktūrų technologijos kietųjų elektrolitų kuro mikroelementams“ (sutarties reg. Nr. ATE-09/2012 vadovas habil. dr. Sigitas Tamulevičius) buvo sukurtas ir išbandytas kietojo oksido kuro mikroelemento gamybos technologinis maršrutas. Projekte „Organinių atliekų konversija vandens garo plazmoje mažinant aplinkos taršą“ (sutarties reg. Nr. ATE-10/2012 vadovė dr. Viktorija Grigaitienė) buvo realizuota dujinių bei skystų organinių medžiagų konversija į vandeniliu praturtintas dujas plazmos ir

plazmocheminiuose reaktoriuose. 2013 m. (antraisiais projektų vykdymo metais) ženkliai pagerėjo rezultatų publikavimas – išspausdinta ir priimta spaudai 16 straipsnių žurnaluose su cituojamumo rodikliu (2012 m. tokių buvo tik penki), pateiktos dvi paraiškos Lietuvos patentų biurui.

Vis tik projektų startinių pozicijų nevienodumas akivaizdžiai atsiliepė jų vertinamam rezultatyvumui. Tęstiniai projektai, o taip pat tie projektai, kuriems vykdyti reikalingas kompetencijas vykdytojai buvo įgavę ankstesniuose Programos projektuose, buvo vykdomi iš esmės laikantis darbo plano ir sulaukė mažai ekspertų priekaištų arba net buvo pažymėti kaip labai sėkmingi. Tačiau būtina pažymėti, kad daugumos šių sėkmingų projektų pobūdis yra arba nesusijęs su eksperimentine veikla (reg. Nr. ATE-04/2012 ir ATE-06/2012), arba susijęs su globalinių uždavinių, tokių kaip naujų medžiagų perspektyvioms energetikos sritims paieška (reg. Nr. ATE-08/2012 ir ATE-09/2012).

Žymiai sunkiau sekėsi vykdyti daugumą naujai inicijuotų projektų, susijusių su praktinių technologijų, kurios galėtų būti perduotos Lietuvos įmonėms, plėtra. Šiuo atveju ekspertai konstatuodavo arba bendrą atsilikimą nuo darbų vykdymo plano (reg. Nr. ATE-03/2012, ATE-05/2012 ir ATE-07/2012), arba žemesnę nei žadėta publikacijų kokybę (reg. Nr. ATE-10/2012), arba teigiamų rezultatų ir, atitinkamai, publikacijų stoką (reg. Nr. ATE-11/2012). Viena grupė šių problemų priežasčių yra susijusi su pernelyg trumpa technologijų mokslų srities projektų vykdymo trukmė, kompetencijų, įgytų anksčiau vykdytuose projektuose stoka, o kai kuriais atvejais – ir projektų vykdytojų žema bendroji kompetencija, kuri nebuvo tinkamai įvertinta paraiškas vertinusių ekspertų. Kita vertus, Programos projektų sėkmingumo vertinimo kriterijai (žiūr. šios ataskaitos įvadą ir 2 priedo lentelę) akivaizdžiai pasižymi technologijos mokslų sričiai būdingų vertinimo rodiklių stoka. Čia didžiausias akcentas yra skiriamas arba tyrimų rezultatyvumui (publikacijoms), arba jau įdiegtoms technologijoms ar gaminiams (pastarieji rodikliai pasiekiami vidutiniškai per 10-15 metų ir yra labiau taikytini įmonėms, o ne mokslo ir studijų institucijoms). Technologijos mokslų srities vertinimo kriterijų stoka ir neadekvatumas vertė projektų paraiškų teikėjus prisiimti nepamatuotai ambicingus tikslus. Todėl vertinant galutinius Programos projektų rezultatus, siūlome tobulinti vertinimo rodiklius: atsisakyti GT6 (Naujos technologijos) ir GT7 (Nauji gaminiai) eilučių rezultatų lentelėje (2 priedas; taip pat šiuo metu beprasmiškai atrodo GT3 eilutė – Europos, JAV ir Japonijos patentų biuruose išduoti patentai – kuomet žinoma, kad tokių patentų išdavimas trunka ilgiau nei Programos projektų vykdymas) ir vietoje jų įvesti papildomus technologijos mokslų srities darbų vertinimui būdingus rodiklius, susijusius su technologijų perdavimu, tokius kaip, pranešimai svarbiausiose mokslo šakos tarptautinėse konferencijose, prototipų kūrimas, dalyvavimas ir apdovanojimai parodose (žiūr. *Assessing Europe's University-Based Research*, Expert Group on Assessment of University-Based Research, European Commission, 2010, EUR 24187 EN). Taip pat būtina papildyti rezultatų lentelę taip, kad joje atsispindėtų visi projektų įgyvendinimo sėkmingumą vertinantys kriterijai (žiūr. šios ataskaitos 7 p.). Tačiau būtina pabrėžti, kad kai kurių šių rodiklių įvertinimas yra sudėtingesnis nei viešai prieinamų bibliografinių duomenų analizė, ir jų patikimam pripažinimui yra reikalingi ekspertų vizitai *in situ*.

Siekiant padidinti projektų praktinę vertę ir atliekamus darbus tampriau susieti su Programos uždaviniais, baigiamosiose projektų ataskaitose siūlome labiau akcentuoti projekto

rezultatų svarbą Lietuvos energetikai ir pateikti gautais rezultatais pagrįstas konkrečias rekomendacijas

Programos vykdymo rezultatų analizė rodo, kad didžiausiu rezultatyvumu pasižymi projektai, kurie yra tęstiniai arba remiasi stipriomis anksčiau įgytomis vykdytojų kompetencijomis. Todėl labai svarbu užtikrinti Programos veiklų tęstinumą, ypač tose kryptyse, kurios pasižymi ar potencialiai turi didelį rezultatyvumą. Tokiam tęstinumui užtikrinti siūlome LMT užimti aktyvią poziciją rengiant Sumanios specializacijos strategiją naujam Europos Sąjungos finansinio programavimo etapui (2014-2020 m.). Nustatant MTEP bei inovacijų raidos kryptis, būtina remtis Programos vykdymo rezultatais, atitinkančiais tokias Sumanios specializacijos prioritetų kryptis kaip „Energetika ir tvari aplinka“ bei „Nauji gamybos procesai, medžiagos ir technologijos“. Taip pat svarbu, kad Sumanios specializacijos prioritetuose deramai atsispindėtų galimybės, kurias teikia nauja mokslinė ir technologinė infrastruktūra, kuri yra sukurta ar baigiama kurti Integruotuose mokslo, studijų ir verslo centruose (slėniuose), naudojant ankstesnio ES finansinio programavimo etapo lėšas.

3.2. Bendrojo pobūdžio rekomendacijos

Rengdami šią atskaitą, Programos grupės nariai susidūrė su etikos problemomis, nes teko teikti išvadas ir rekomendacijas, apibendrinančias ir savo pačių bei artimų kolegų darbus. Be to konkrečių Programos projektų analizė dubliavo ekspertų darbą. Todėl siūlome supaprastinti Programos galutinės atskaitos rengimą, apsiribojant rezultatų suvestine, kurioje būtų pateiktos:

- dėstomojoje dalyje – projektų galutinių ataskaitų santraukos ir publikacijų sąrašai bei kiekvieno projekto ekspertų vertinimo išvados,
- kiekvieno projekto vykdytojų parengtas trumpas projekto svarbos ir rezultatų pristatymas plačiai visuomenei,
- Programos mokslinių tyrimų rezultatų lentelė (2 priedas),
- bendro pobūdžio išvados.

Tokią ataskaitą galėtų parengti LMT Mokslo programų skyriaus specialistai kartu su ekspertais, kurie turėtų apsilankyti vykdančiose institucijose.

Ateityje tokioms programoms administruoti būtų pravartu paskirti etatinius programų direktorius, kaip buvo siūloma 2012 m. Programos ataskaitoje. Taip pat siūlome dar kartą svarstyti 2012 m. Programos ataskaitoje pateiktą siūlymą, kad atskaitų pateikimo data sutaptų su projektų vykdymo finansinių metų pabaiga ir kitus siūlymus (dėl publikacijų įskaitymo nuo kvietimo paskelbimo datos ir dėl kelių projektų nurodymo publikacijų padėkose).

PRIEDAI

1 priedas. Nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ trečiojo kvietimų projektų, vykdytų 2013 metais, sąrašas

Eil. Nr.	Projekto reg. Nr.	Sutarties reg. Nr.	Projekto vadovas	Vykdančioji institucija	Projekto pavadinimas	Projekto trukmė	Skirta lėšų	
							2013 m., Lt	Iš viso, Lt
1.	ATE-12003	ATE-01/2012	habil. dr. Artūras Žukauskas	Vilniaus universitetas	Mezopiniai kietakūniai šviesos šaltiniai	2012-05-02–2014-12-31	245 300	839 300
2.	ATE-12005	ATE-02/2012	dr. Vitas Valinčius	Lietuvos energetikos institutas	Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas	2012-05-08–2014-12-31	285 900	1 031 400
3.	ATE-12007	ATE-03/2012	habil. dr. Vytautas Martinaitis	Vilniaus Gedimino technikos universitetas	Pastato ir atnaujinančios energijos vartojimo tvarumo modelis	2012-05-01–2014-12-31	173 800	511 200
4.	ATE-12009	ATE-04/2012	dr. Sigitas Rimkevičius	Lietuvos energetikos institutas	Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas	2012-05-02–2014-12-31	252 700	732 100
5.	ATE-12010	ATE-05/2012	dr. Dainius Martuzevičius	Kauno technologijos universitetas	Biomosės deginimo taršos kontrolė: nuo teršalų susidarymo iki žmonių ekspozicijos	2012-07-01–2014-06-31	299 200	1 000 000
6.	ATE-12012	ATE-06/2012	habil. dr. Juozas Augutis	Vytauto didžiojo universitetas	Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas	2012-05-02–2014-12-31	330 100	876 100
7.	ATE-12013	ATE-07/2012	dr. Sigitas Vėjelis	Vilniaus Gedimino technikos universitetas	Energiją tausojančių medžiagų kūrimas, tyrimai ir taikymas pastatų atitvarose	2012-05-07–2014-12-31	261 700	978 200
8.	ATE-12014	ATE-08/2012	dr. Loreta Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė	Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras	Naujos nanostruktūrizuotos medžiagos kuro elementams	2012-05-02–2014-12-31	289 600	1 053 200
9.	ATE-12016	ATE-09/2012	habil. dr. Sigitas Tamulevičius	Kauno technologijos universitetas	Membraninių struktūrų technologijos kietųjų elektrolitų kuro mikroelementams	2012-07-01–2014-09-30	413 600	978 700
10.	ATE-12020	ATE-10/2012	dr. Viktorija Grigaitienė	Lietuvos energetikos institutas	Organinių atliekų konversija vandens garo plazmoje mažinant aplinkos taršą	2012-05-07–2014-12-31	155 700	469 400
11.	ATE-12021	ATE-11/2012	dr. Gediminas Račiukaitis	Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras	Lazerinis Saulės elementų paviršių struktūrinimas jų fotoelektriniam efektyvumui padidinti	2012-05-01–2014-12-31	227 600	819 500
Iš viso							2 935 200	9 289 100

2 priedas. Programos mokslinių tyrimų rezultatai 2013 metais

Kodas	Mokslinių tyrimų rezultatai ¹	Skaičius ²
Humanitarinių ir socialinių mokslų projektams		
HS1.	Mokslo monografijos, mokslo studijos, teoriniai, sintetiniai mokslo darbai	0
HS2.	Mokslo straipsniai, knygų skyriai, publikuoti recenzuojamuose leidiniuose	0
HS3.	Kiti mokslo straipsniai, mokslo knygų skyriai ir panašios mokslo publikacijos mokslo, kultūros ir profesiniuose periodiniuose, tęstiniuose ir vienkartinuose leidiniuose	0
HS4.	Šaltinių publikacijos, žodynai, žinynai, enciklopedijos, biografijos, bibliografijos, studijų vadovai	0
HS5.	Kitos akademinės publikacijos (pranešimai, tezės) ir kiti projekto rezultatai	3
HS6.	Sudarytieji mokslo darbai, socialinės ir kultūrinės plėtros darbai	0
Fizinių, biomedicinos, technologijos, žemės ūkio mokslų projektams		
GT1.	Tarptautiniu mastu pripažintų mokslo leidyklų išleistos monografijos ir knygų skyriai	0
GT2a.	Mokslo straipsniai Lietuvoje leidžiamuose periodiniuose mokslo leidiniuose, turinčiuose cituojamumo rodiklį (Impact Factor) Web of Science duomenų bazėje	5
GT2b.	Mokslo straipsniai užsienyje leidžiamuose periodiniuose mokslo leidiniuose, turinčiuose cituojamumo rodiklį (Impact Factor) Web of Science duomenų bazėje	11
GT3.	Europos patentų biure (EPO), JAV patentų ir prekių ženklų biure (USPTO) ar Japonijos patentų biure (JPO) išduoti patentai, kurių savininkai yra Lietuvos fiziniai ar juridiniai asmenys	0
GT4.	Europos specializuotuose centruose tarptautinę ekspertizę praėjusios augalų veislės (pateikiami Reports on Technical Examination of the DUS Testing)	0
GT5.	Pagal tarptautiniu mastu pripažintą tvarką įregistruotos gyvūnų veislės	0
GT6.	Naujos technologijos ³	0
GT7.	Nauji gaminiai ⁴	0
GT8.	Patentai Lietuvoje ⁵	2
GT9.	Veislės ir mikroorganizmų kamienai, įregistruoti Lietuvoje ⁶	0
Visų mokslo sričių mokslų projektams		
B1.	Identifikuoti projektuose dalyvaujantys doktorantai	14

¹ pildomos eilutės, susijusios su konkrečiu projektu; priimtos spaudai būsimos publikacijos įskaitomos; pateikiami tik tie rezultatai, kuriuose yra nuoroda į finansavimo šaltinį – Lietuvos mokslo tarybą – bei nurodytas projekto finansavimo sutarties numeris;

² nurodyti duomenys laisva forma paaiškinami ir išvardijami prieduose;

³ technologijos, turinčios įdiegimo aktą ar išbandytos gamyboje (aktą pridėti) ir aprašytos ataskaitoje;

⁴ gaminiai ar programinė įranga, patvirtinti pažyma apie jų naudojimą ar įdiegimą;

⁵ patentai, patentinės paraiškos, turinčios registracijos pažymą (pridėti);

⁶ veislės, mikroorganizmų kamienai, turintys registracijos pažymą (pridėti).